

**Univerzita Karlova v Praze**

Pedagogická fakulta

Katedra biologie a environmentálních studií

## **BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**Žahavci (Cnidaria) se zřetelem k zástupcům  
vyskytujícím se v ČR**

Cnidarians, Focused On Species Living In The Czech Republic

**Michaela Nováková**

**Vedoucí práce:** Mgr. Dagmar Říhová

**Studijní program:** Specializace v pedagogice

**Studijní obor:** Biologie, geologie a environmentalistika a výchova ke zdraví se zaměřením  
na vzdělávání

2016

## Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Žahavci (Cnidaria) se zřetelem k zástupcům vyskytujícím se v ČR vypracovala pod vedením Mgr. Dagmar Říhové samostatně za použití uvedených pramenů a literatury. Dále prohlašuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze 13. dubna 2016

.....

podpis

## Poděkování

Na prvním místě chci velmi poděkovat své školitelce, paní Mgr. Dagmar Říhové, za odbornou pomoc, cenné rady, připomínky k této práci a vstřícnost – bez její trpělivosti a pečlivosti bych svou práci dala jen velmi těžko dohromady.

Za druhé bych chtěla poděkovat paní doc. RNDr. Věře Opravilové, CSc. za poskytnutí informací o nezmarech a doc. RNDr. Michalu Merglovi, CSc. za zaslání studijního materiálu. Panu RNDr. Janu Mourkovi, Ph.D. velmi děkuji za jeho prezentaci, fotografie roztlakových preparátů a informace o výskytu.

Dále bych chtěla poděkovat svým rodičům, kteří mne při psaní této práce po celou dobu podporovali a dávali mi prostor pro psaní. Dík patří i mému kamarádovi Pavlovi Kučerovi za pomoc s angličtinou.

V neposlední řadě velmi děkuji za podporu svému partnerovi Michalovi, který mi s celou prací ohromně pomohl – s překlady, s formální stránkou textu a po celou dobu byl mým nezávislým kritikem a velkou oporou.

## Abstrakt

Předložená bakalářská práce souvisí se studovaným oborem autorky, má rešeršní charakter a zabývá se charakteristikou žahavců se zaměřením na Českou republiku – konkrétně zástupci rodu nezmar (*Hydra*) a medúzku sladkovodní (*Craspedacusta sowerbii*). Představuje tak ucelené pojednání o sladkovodních žahavcích, z něhož mohou čerpat studenti biologie i vyučující přírodopisu a biologie na ZŠ a SŠ.

Úvodní část práce se věnuje obecné charakteristice žahavců; v další části je rozvedena systematika žahavců v celosvětovém kontextu. Třetí část textu je zaměřena na zástupce fauny České republiky. Uveden je detailní popis našich nezmarů včetně postupu determinace dle morfologie žahavých buněk. Jak popis nezmarů, tak nepůvodní medúzky sladkovodní, je doplněn recentními lokalitami výskytu zanesenými v mapách čtvercového mapování. Poslední část práce je věnována jedinému nepůvodnímu žahavci žijícímu na území ČR – již zmiňované medúzce sladkovodní.

Práce rovněž obsahuje slovník méně známých pojmů vyskytujících se v textu a je doplněna bohatou obrazovou dokumentací.

## Klíčová slova

Hydridae, nezmar, Olindiidae, medúzka sladkovodní



## Abstract

This bachelor thesis presents the overview of one of the most hidden-living invertebrate phylum – the Cnidarians (Cnidaria), and is focused on freshwater species occurring in the Czech Republic (namely members of genus *Hydra* and non-native Freshwater Jellyfish *Craspedacusta sowerbii*). It provides general information about Czech Cnidarians, and could be used by students as well as teachers.

The thesis is divided into three parts. The first one depicts the phylum Cnidaria from all perspectives including global cnidarian phylogeny. The second part is devoted to the genus *Hydra*. The detailed description of all members of this genus probably occurring in the Czech Republic is provided, together with the definition and depiction of useful determination traits. The final part of the thesis is focused on the only one known non-native cnidarians, inhabiting the Czech Republic – Freshwater Jellyfish *Craspedacusta sowerbii*. The recent occurrence of all Czech freshwater cnidarians is visualised by square-maps of distribution.

The three main parts of the thesis are supplemented by list of less-known special terms and picture documentation.

## Keywords

Hydridae, *Hydra*, Olindiidae, *Craspedacusta sowerbii*

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Charakteristika žahavců</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>Systematika žahavců</b>	<b>15</b>
3.1	Proměny náhledu na systematiku a zařazení žahavců . . . . .	15
3.2	Současný pohled na systematiku žahavců . . . . .	16
3.2.1	Korálnatci . . . . .	16
3.2.2	Medúzovci . . . . .	22
3.2.3	Čtyřhranky . . . . .	24
3.2.4	Korunovky . . . . .	25
3.2.5	Kalichovky . . . . .	25
3.2.6	Polypovci . . . . .	26
<b>4</b>	<b>Zástupci žahavců v České republice</b>	<b>30</b>
4.1	Nezmaři (Hydrida) . . . . .	30
4.1.1	Nezmar hnědý či nezmar podélník ( <i>Pelmatohydra oligactis</i> ) . .	38
4.1.2	Nezmar obecný ( <i>Hydra vulgaris</i> ) . . . . .	39
4.1.3	Nezmar opásaný či nezmar štíhlý ( <i>Hydra circumcincta</i> ) . . . .	39
4.1.4	Nezmar ostropouzdrý ( <i>Hydra oxycnida</i> ) . . . . .	40
4.1.5	Nezmar zelený ( <i>Chlorohydra viridissima</i> ) . . . . .	40
4.1.6	Žahavé buňky . . . . .	41

## OBSAH

4.1.7	Lov, fixace a určování druhů nezmarů podle žahavých buněk .	45
4.1.8	Historický přehled a výskyt . . . . .	45
4.1.9	Recentní výskyt . . . . .	47
4.1.10	Zajímavost: hubení nezmarů . . . . .	48
4.2	Medúzka sladkovodní ( <i>Craspedacusta sowerbii</i> ) . . . . .	51
4.2.1	Životní cyklus medúzky sladkovodní . . . . .	52
4.2.2	Potrava medúzky sladkovodní . . . . .	56
4.2.3	Historický přehled a výskyt . . . . .	57
<b>5</b>	<b>Závěr</b>	<b>63</b>
<b>6</b>	<b>Slovník odborných pojmů</b>	<b>65</b>
	<b>Seznam obrázků</b>	<b>66</b>
	<b>Seznam tabulek</b>	<b>68</b>
	<b>Literatura</b>	<b>69</b>

# 1 — Úvod

Kmen žahavci je celosvětově velmi obsáhlou skupinou živočichů, avšak ve fauně České republiky se můžeme setkat pouze s několika zástupci. K sepsání práce mě vedl zájem dozvědět se o této právě z důvodů nižší druhové bohatosti a drobné velikosti opomíjené skupině živočichů více; znát místa, kde bych mohla jednotlivé zástupce najít a jak je do budoucna použít ve své pedagogické praxi. Velmi mě překvapilo, že v české literatuře se o žahavcích vyskytuje jen málo a především obecných informací; recentní studie navíc chybí zcela.

Jakožto budoucí pedagožka bych ráda přiblížila toto téma žákům, jelikož ze svých zkušeností vím, že o mořském i sladkovodním podvodním světě živočichů se v hodinách biologie mluví pouze okrajově, což je velká škoda. Jedná se o rozmanité a zajímavé živočichy, kteří si ve výuce – například při hodině mikroskopování – rozhodně zaslouží své místo.

Ve své práci jsem se zaměřila na obecný popis žahavců – na stavbu těla a jednotlivé orgánové soustavy. Dále jsem rozebrala systematiku žahavců a nastínila historický vývoj jejich systému a popsala jednotlivé skupiny s nejznámějšími či nejzajímavějšími zástupci. Další obsahová část je věnována právě žahavcům žijícím v České republice – jedná se o pět zástupců z rodu *Hydra*, které jsem charakterizovala. Dále jsem popsala, jak od sebe vzájemně zástupce rozeznat a kde můžeme u nás tyto živočichy najít (příkladem je šest lokalit vyznačených na mapce ČR s GPS souřadnicemi). Jediným zástupcem ze skupiny Limnomedusae u nás je jinak kosmopolitní druh medúzka sladkovodní (*Craspedacusta sowerbii*). Podobně

jako u předchozích zástupců jsem živočicha nejprve charakterizovala (obecný popis, životní cyklus, potrava) a poté jsem uvedla migraci tohoto druhu napříč světem. Dále jsem vyznačila místa výskytu v posledních dvou letech na našem území, kterých bylo pouze pět.

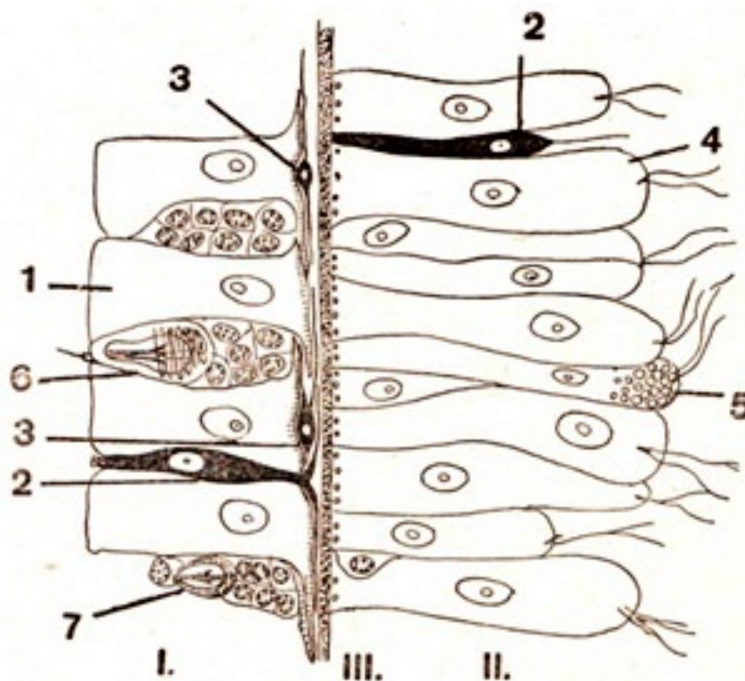
Podobným tématem se ve svých závěrečných pracích zabývali Lucie Jurášová (2006), Jiří Šedivý (2007) či Martin Hutňan (2009) a tyto publikace mohou posloužit čtenářům coby doplněk předkládané teze.

## 2 — Charakteristika žahavců

Na světě se vyskytuje kolem 11 000 druhů tohoto kmene, který patří mezi jedny z nejjednodušších mnohobuněčných organismů [1]. Kmen žahavci (Cnidaria) patří mezi bezobratlé živočichy neoddělitelně spjaté s vodním prostředím. Dříve byla tato skupina řazena společně s žabernatkami (Ctenophora) do linie láčkovců (Coelenterata). Dnes je však jasně dokázáno, že tyto dvě skupiny nemají mnoho společného [2], avšak ve starší literatuře se můžeme s pojmem láčkovců setkat [3].

Žahavci se velikostně velmi různí – dosahují délky od několika milimetrů až po desítky metrů. Cnidaria mají primárně radiální souměrnost [3, 4]), ovšem hovoří se i o bilateralitě [5]. Jelikož se žahavci řadí mezi živočichy se dvěma zárodečnými listy (tzv. Diblastica) [6] [5], je jejich tělo členěno na vnější ektoderm a vnitřní entoderm (zvaný též jako gastroderm); tyto zárodečné listy jsou spojeny nebuněčnou vrstvou tzv. mezogleou [7]. Mezoglea (odvozená z ektodermu) [1] slouží v těle žahavce jako vrstva vyplňující prostor mezi epidermis a výstelkou láčky, která dále funguje jako trávicí a rozvodná soustava (viz obrázek 2.1) [3, 4].

Hlavním poznávacím znakem je vyzbrojení částí těla (konkrétněji povrchu chapadel) žahavými buňkami, tzv. – *knidocyty* (*nematocyty* či *knidoblasty*), které obsahují vymrštitelnou složku – knidu. Tyto zvláštní buňky se skládají z reservoíru a stočeného žahavého vlákna, které je vyplněno čtyřmi různými typy žahavých buněk: *penetranty*, *streptolinami*, *stereolinami* a *volventy* [8]. Na apexu buněčné jednotky je umístěn spouštěč reakce zvaný knidocyl. Při střetu s cizím tělesem vymrští vlákno s harpunovitým hrotem, jenž se zabodne do tkáně oběti a vpraví z reservo-



Obrázek 2.1: Řez tělní stěnou nezmaru. **I** – kožní epitel, **II** – střevní epitel, **III** – mesogleová vrstvička (tečkováno). **1** – kožní buňka s hladkými svalovými vlákny na bázi, **2** – smyslová epiteliální buňka, **3** – nervová buňka z kůže sestouplá pod kožní epitel, **4** – trávící střevní buňka, **5** – žláznatá střevní buňka, **6** – žahavá buňka (*nematocyt*), **7** – mladá žahavá buňka (náhradní *nematocyt*). Převzato z [6].

iru hypnotoxin (jedná se především o směs fenolů, proteinů a dalších toxinů) [6, 9]. Samostatný knidocyt by nedokázal kořist ochromit, proto se tyto speciální buňky shlukují do skupin zvaných *žahavé baterie* [10] a společně zvyšují svojí účinnost k ochromení i většího živočicha. Žahavci tedy využívají své knidocyty primárně pro získání potravy, dále také jako nástroj pro obranu a v neposlední řadě můžeme dle typů knidocytů mnohdy provést přesnou druhovou determinaci [7] – konkrétněji viz strana 30, kapitola Zástupci žahavců v České republice, podkapitola Žahavé buňky.

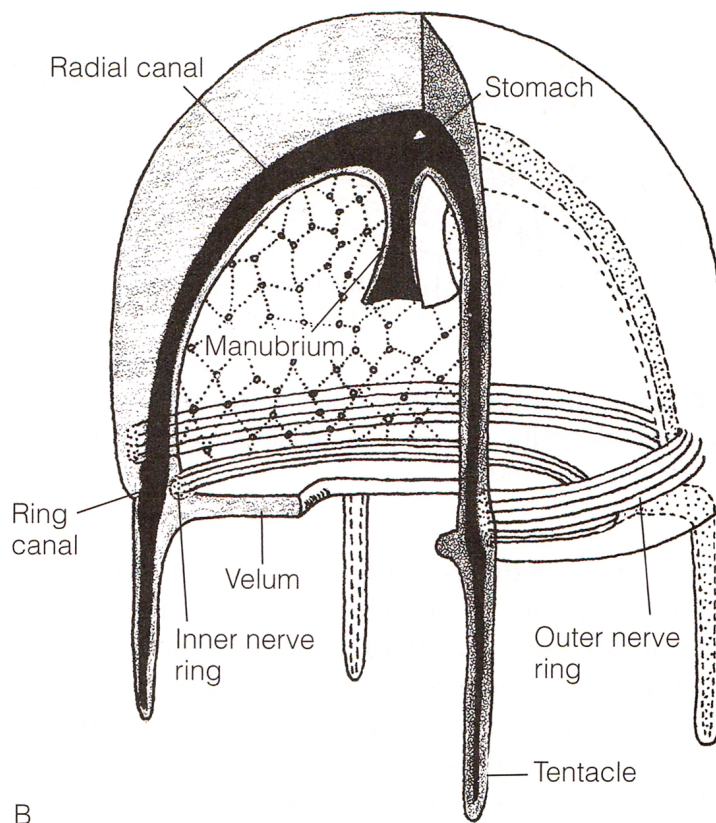
Svalová soustava a s tím spojený pohyb je původem ektodermální. Uspořádání je podélné i okružné [10]; stažitelná (myoepiteliální) svalovina zajišťuje pohyb, kontrakce těla a pohyb chapadel. Pro trávící či gastrovaskulární soustavu je typická láčka [8, 11, 3] – jedná se o vak s jediným otvorem – coelenteronem [1] – který slouží

k příjmu potravy i k vyvrhování nestrávených zbytků. Trávení probíhá převážně extracelulárně, avšak u složitějších zástupců se vyskytuje v kombinaci se způsobem intracelulárním. Morfologie trávicí soustavy se u různých forem žahavců liší. U přisedlého stádia – polypa – se jedná o vakovitou dutinu, kdežto u medúz se vyskytuje láčka složená z jednoho okružního a více radiálních (paprscitých) kanálků [10]. Nutno říci, že trávicí soustava a její hustá síť střevních kanálků nahrazuje z části cévní systém [6] a to je označována coby gastrovaskulární.

Původ nervové soustavy je ektodermální. Difúzní neboli rozptýlená nervová soustava funguje jako síť nervů (obrázek 2.2), které mají oboustranné synapse a přenašeči vzruchů jsou RFamidy a serotonin [9]. Uložení nervové soustavy je u přisedlých forem (ať už se jedná o polypová stádia nebo zástupce skupin bez medúzového stádia) homogenní po celém těle, větší koncentrace nervových buněk je pouze v oblasti tykadel. Medúzy už mají nervovou soustavu umístěnou v konkrétním místě – středu, a tudíž mají i náznak periferní nervové soustavy. U hydromedúz se vyskytují dokonce dva prstence z nervových buněk a vláken, jež jsou umístěny po obvodu. První vnější prstenec bývá označován coby umbrellární, druhý vnitřní jako subumbrellární [10]. Co se týče smyslů, přisedlá forma – polyp – reaguje na chemické a mechanické podněty. Volně pohyblivá a především plovoucí stádia mají dokonce smysl optický.

Oči medúz jsou specifické – sítnice je podložena pigmentem a ze shora je uzavřena sběrným světloolomným zařízením [6]. Zajímavostí jsou tři typy konverzních očí: jednoduché oční skvrny (tzv. ploché oči), miskovité oči a oči váčkovité. Ploché oči se vyskytují např. u medúz skupiny Ocellata (Anthomedusae) a oči váčkovité např. u třídy Scyphozoa [10], pro lepší ilustraci viz obrázek 2.3. Statický či rovnovážný smysl je opět znám od u pohyblivých forem žahavců, tedy u medúz, ale pouze od některých zástupců. Například Leptomedusae, česky pohárovkovití, mají statické ústrojí, které se nachází na vnitřní straně umbrelly. Toto ústrojí vypadá jako jamky; při jejich uzavření se mění ve váčky, tzv. statocysty. Zmíněný váček v sobě obsahuje



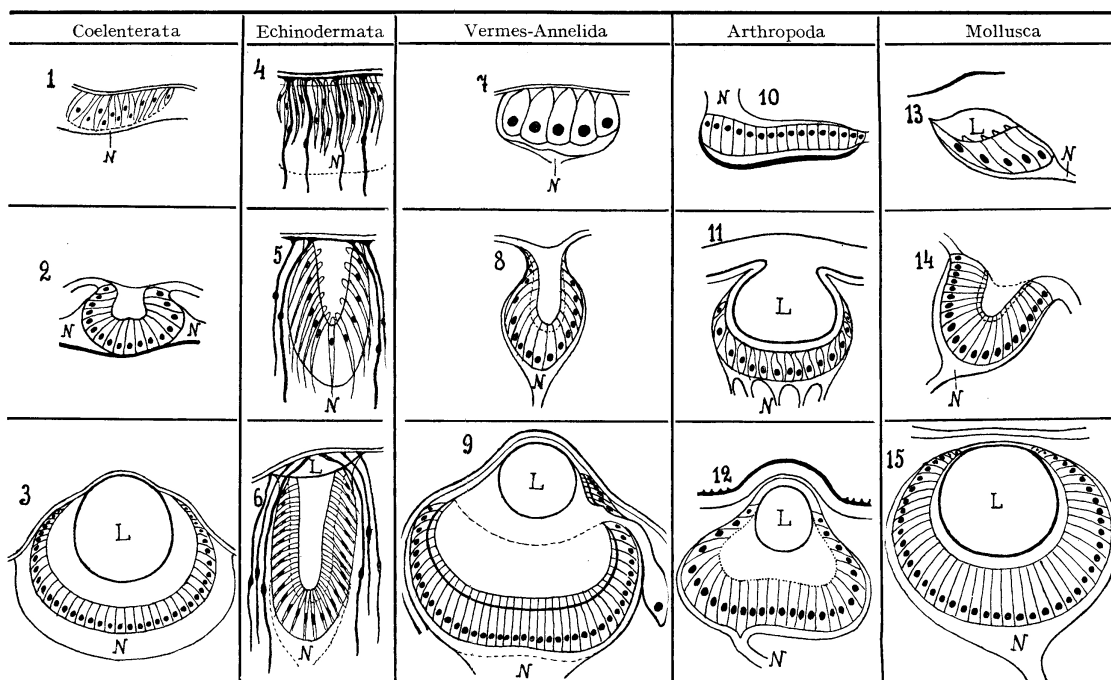


Obrázek 2.2: Nervový a gastrovaskulární systém medúz. Převzato z [4]

dva druhy buněk – smyslové a žláznaté, které spolu kooperují. Smyslové buňky jsou pokryty nepohyblivými brvami. Žláznaté buňky umí vyloučit pevné tělíčko tzv. *statolith*; při nesprávné poloze živočicha zatlačí statolithy na brvy smyslových buněk. Následně dojde k podráždění nervové soustavy a svalů a žahavec změní svou polohu [10]. Soustavy dýchací a vylučovací nejsou vyvinuty.

Rozmnožování je u žahavců dvojího typu – nepohlavní (somaticky tzn. pučením) či pohlavní formou. Nepohlavní pučení je velmi častým typem množení hlavně u nezmarů; probíhá při vyšších teplotách vody, dostatku potravy či při poranění [6]. U pohlavního rozmnožování se produkují gamety, jejichž spojením vzniká zygota. Ze zygoty se následně vyvíjí larva planula, která přerůstá v polypa.

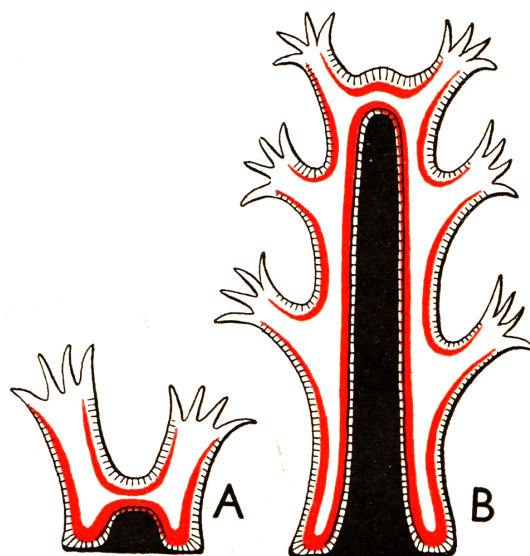
Pokud se polyp začne množit nepohlavně (již zmiňovaným pučením), avšak nově



Obrázek 2.3: Tabulka srovnání paralelních forem zrakových orgánů u bezobratlých. První řada = ploché oko; druhá řada = miskovité oko; třetí řada = váčkovité oko. První tři zástupci jsou žahavci, ostatní bezobratlí. 1 – *Aurelia aurita*, 2 – *Sarsia mirabilis*; 3 – *Charybdaea marsupialis*; 4 – *Astropecten Mülleri*; 5 – *Astropsis pulvillus*; 6 – *Asterias tenuispina*; 7 – *Nais proboscidea*; 8 – *Ranzania sagittaria*; 9 – *Vanadis formosa*; 10 – *Limnedia leuticularis*; 11 – *Limulus polyphemus*; 12 – *Peripatus edwardsii*; 13 – *Chiton subfuscus*; 14 – *Patella*; 15 – *Murex*. Pigment není označen. Převzato z [10]

vytvoření jedinci se od původního neoddělují, dochází k tvorbě kolonií. Jednotliví jedinci ve složitějších koloniích mohou být diferenciováni a zastávat různé funkce. Známe kolonie, které pod sebou vytváří tzv. peridem (kutikulární trubičku), která se od substrátu směrem vzhůru rozšiřuje v hydrothéku (číšku). Uvnitř hydrothéky je schovaný polyp označovaný jako *hydranth* [10]. Periderm tedy slouží jako ochranný tubus pro polypa. Pokud periderm svírá tělo v místě, kde rostou chapadla, vytváří théku a tomuto typu žahavců říkáme *thékatí*. Pokud je naopak tělo připevněno k pedicelu, nazýváme tyto živočichy bezschránkatými (*athékatými*) [4].

Novikov ([10]) také uvádí možnost sjednocení jednotlivých peridermálních struktur v stomečkovitě rozvětvenou kolonii. Zvláštním typem jsou výhonkovité kolonie



Obrázek 2.4: Vytvoření rohové osy u *Gorgonaria*; **A** – mladá kolonie; **B** – kolonie s pokročilým vývojem. Červeně – entoderm; čárkovaně = ectoderm; černě – rohová osa. Převzato z [10].

– vyskytují se u korálů, kteří vylučují vápník a tvoří tak korálové útesy. Příkladem je rohovitka (*Gorgonaria*), která produkuje směrem k povrchu (tedy basální stěnou ectodermu) organickou látku kortein. Výsledkem je vznik vnitřní osy, která prochází skrze celou kolonii. Kromě rohovitky se s touto kolonií můžeme setkat i u pérovníků (*Pennatularia*) a u trnatic (*Antipatharia*) [10]. Dalšími typy kolonií jsou například keříčkovitá (*fructicose*) či poduškovitá (*coenosarcal*) [4].

U některých forem žahavců dochází ke střídání dvou forem v životním cyklu (životní cyklus obvykle označovaný jako rodozměna či metageneze). Nepohlavně pučící (a v některých specializovaných případech i pohlavně se rozmnožující) přisedlé stádium je nazýváno polyp. Z tohoto přisedlého organismu se nepohlavně odškrucují nejen další polypi, ale také volně žijící a pohlavně se rozmnožující medúzy. Více se budu tomuto složitému životnímu cyklu věnovat na příkladu medúzky sladkovodní ad. str. 30 a 51, kapitoly Nezmaři (Hydrida) a Medúzka sladkovodní (*Craspedacusta sowerbii*) [11].

## 3 — Systematika žahavců

Abychom si lépe dovedli představit mezi jaké živočichy se řadí čeští žahavci, uvádím systematiku kmene Cnidaria ve světovém měřítku.

### 3.1 Proměny náhledu na systematiku a zařazení žahavců

Žahavci (Cnidaria) byli v průběhu věků řazeni do systému živých organismů na různá místa. Již Aristotelés dal nezmarům jméno – Acalephae (řecké jméno *acalephe* označuje kopřivu) či Cnidae (podle řeckého označení pro vlákno, *cnidos*). Nezmaři byli v 19. století zařazeni do systému jako skupina stojící mezi rostlinami a živočichy, a označováni coby Zoophyta. Tato uměle vytvořená skupina však zahrnovala velmi rozdílné organismy od živočišných hub (Porifera) po druhoústé sumky (Ascidacea) [1].

Ani následující klasifikace nevymezily žahavcům vlastní skupinu: Lamarck řadil medúzovce společně s žebernatkami a ostnokožci do skupiny Radiata. Rok 1847 byl v systematice nezmarů zlomový – Leuckart si uvědomil rozdíly mezi skupinami houbovců, žahavců, žebernatek a ostnokožců a vytvořil nový název Coelenterata (na základě rovněž řeckých termínů *koilos* – dutina či láčka, a *enteron* – střevo). O několik let později, v roce 1888, zúžil Hatschek stávající Coelenterata a ze čtyř skupin zde ponechal pouze tři: houbovce, žahavce a žebernatky. Zajímavé je, že skupina spojující žahavce a žebernatky, poměrně dlouho uznávaná za monofyletickou,

byla o více než století později vyvrácena teprve molekulárně-biologickými analýzami. Termín Coelenterata u některých vědců setrval dodnes [1]. Systematikou žahavců se následně zabývali vědci zvučných jmen jako například Linné, Cuvier, Eschscholtz, Huxley, Johnston, Stechov a Hymen [12].

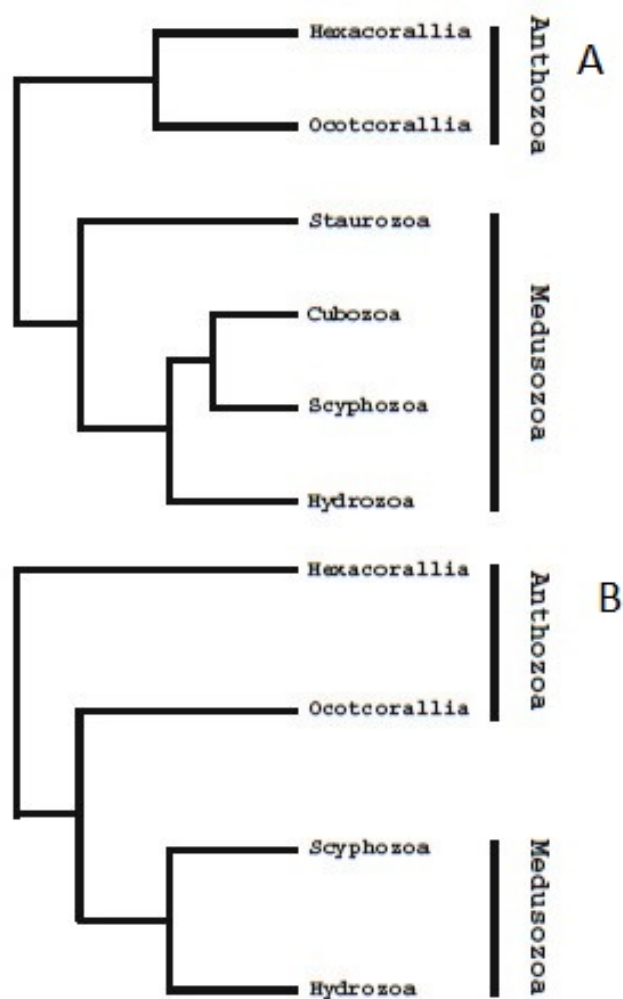
## 3.2 Současný pohled na systematiku žahavců

Žahavci jsou co do druhů velmi bohatý kmen, jenž se v dnešní době dělí na čtyři základní skupiny: korálnatci, medúzovci, čtyřhranky a polypovci [7, 13, 3, 9]. V posledních letech došlo k bližšímu zkoumání fylogeneze na základě mitochondriálních genů a bylo potvrzeno, že se jedná o monofyletickou skupinu (obsahující živočichy z jediné fylogenetické větve). Autoři studie [14] zároveň poukázali na možné odlišné vnitřní členění kmene, viz obrázky 3.1 a 3.2.

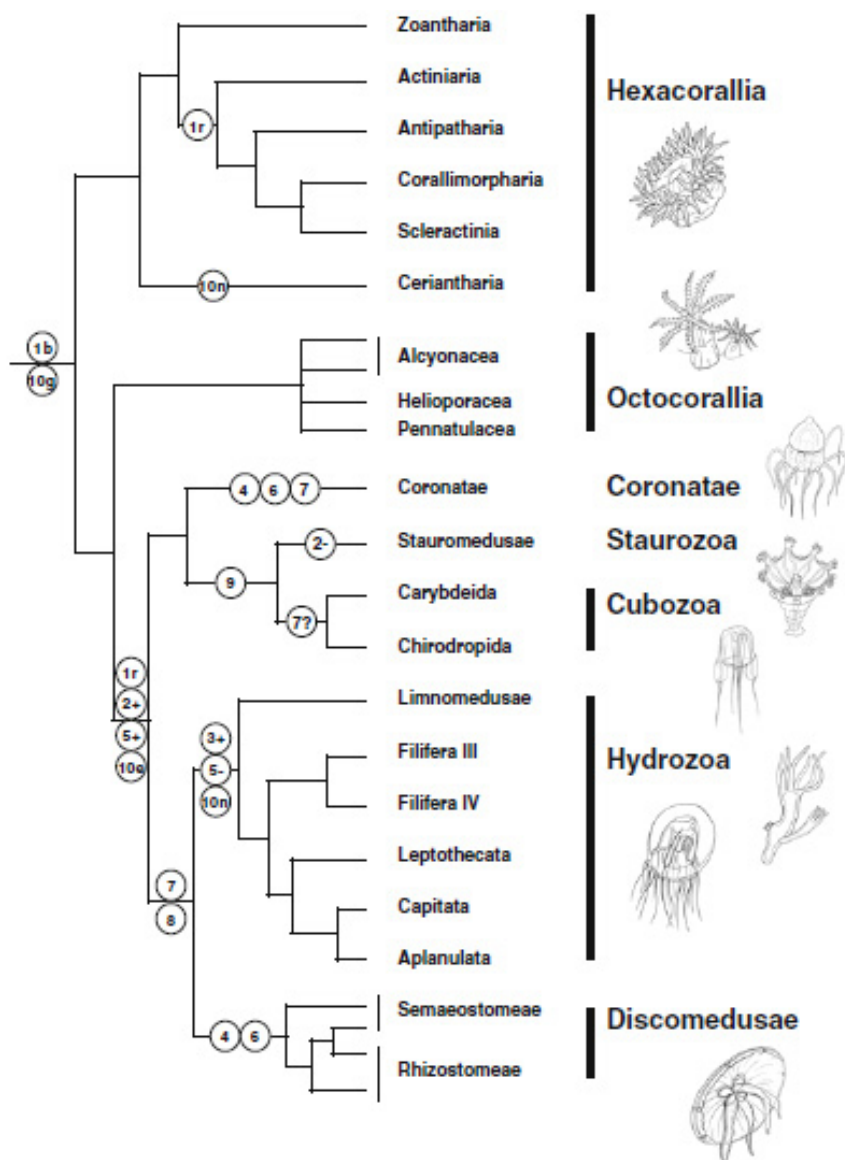
V následující části práce je uveden krátký přehled nejčastěji uznávaných linií žahavců (záměrně se vyhýbám specifickým fylogenetickým rankům jakýchkoliv úrovní) s obecným popisem a nejdůležitějšími či nejznámějšími zástupci.

### 3.2.1 Korálnatci

Linie **korálnatci** (Anthozoa) jsou přisedlí živočichové bez medúzovitého stádia, dominuje u nich tedy stádium polypa, které je (stejně jako nezmaři ze skupiny polypovců) schopné rozmnožovat se i pohlavní cestou. U většiny těchto koloniálních zástupců však zůstává množení příčným dělením či pučením [15]. Polyp vypadá jako trubička s plošinkou (orálním diskem). Uprostřed disku se nachází oválná ústa, kolem kterých se rozprostírá růžice chapadel. Ústa vedou do hltanu, jenž obsahuje *siphnoglyfy* – řasnatá tělíska posouvající a filtrující potravu. Zvláštní je, že právě počet těchto tělísek určuje souměrnost těla. Pokud má tedy korálnatec jeden siphnoglyf, je biraterální; pokud dva, je biradiální [4]. Korálnatci se dělí na dvě sku-



Obrázek 3.1: Dva alternativní pohledy na vnitřní fylogenezi kmene žahavců; **A** – kladogram založený na zkoumání rRNA, **B** – kladogram získaný na základě analýzy mitochondriálních protein-kódujících genů. Převzato z [14].



Obrázek 3.2: Fylogenetický strom založený na analýze mitogenomických dat se zpětně vyznačenými morfologickými charakteristikami. **1** – symetrie (*b* – bilaterální; *r* – radiální nebo biradiální); **2** – zisk (+) nebo ztráta (-) volně plovoucího medúzového stádia; **3** – ztráta *vaela* (plachetky), **4** – strobilace, **5** – přítomnost gastrických filament; **6** – epythae; **7** – radiální kanály, **8** – okružní kanál, **9** – kubická symetrie na příčném průřezu; **10** – gastrodermální svaly (*e* – ve svazcích ektodermálního původu, *g* – ve svazcích gastrodermálního původu; *n* – bez uspořádání ve svazcích). Převzato z [14].

piny – **osmičetní** (Octocorallia, někdy označováni jako Alcyonaria) a **šestičetní** (Hexacorallia) [7].

### Osmičetní

Název *osmičetní* pochází nejenom od počtu přepážek v lálce, ale také dle množství zpeřených chapadel (v počtu osm či šestnáct) [15, 9]). Mezi nejznámější zástupce osmičetných korálnatců patří **korál červený** (*Corallium rubrum*) z řádu Gorgonacea, jehož kostra je tvořena uhličitánem vápenatým a směsí rohoviny. Uhličitán vápenatý v sobě obsahuje soli železa, které dávají tomuto druhu korálu jeho typicky červenou barvu. Tento původně v Mediteránu běžný a kvůli šperkařskému využití intenzivně sbíraný a ničený zástupce se již na většině míst nevyskytuje, případně se dá najít v hloubkách pod 40 metrů. Dalším představitelem je **varhanitka** (*Tubipora*) – své jméno dostala podle své unikátní schránky připomínající píšťaly varhan.

**Rohovitka** (*Gorgonaria*) je známá také jako Venušin vějíř [9]. Toto poetické jméno vychází z tvaru kolonie, který připomíná vějířek připevněný ke dnu. Kolonie jsou pružné a vytváří síto na zachytávání planktonu, který je proudem hnán do této sítě [15]. Bílkovina vyztužující kostru téměř všech rohovitek se podle latinského označení rodu nazývá gorgonin. Mezi rohovitky se řadí mnozí další známí zástupci, například **trsovník žlutý** (*Eunicella cavolini*), **trsovník sevřený** (*Eunicella singularis*) a **rohovitka červená** (*Paramuricea clavata*) [15].

Mezi osmičetné dále řadíme laločnice (*Alcyonium*). Konkrétně **laločnice korálová** (*Alcyonium coralloides*) je polyp, který prostorově parazituje na výše zmíněném druhu – rohovitce, která se usadí tam, kde je vhodný proud s dostatkem potravy. Larva laločnice připluje na bezbrannou rohovitku a celou jí (až k smrti) obrostne. Ostatní druhy laločnic nejsou parazitické a vyznačují se charakteristickým znakem – naplňováním vodou. Nosný polyp se při něm naplní vodou a celý se vzpřímí, drobní polypi na okrajích ramen lapají potravu, kterou posílají do celého těla. Známým zástupcem s tímto chováním je **laločnice dlanitá** (*Alcyonium palmatum*), někdy



nazývána jako ruka mrtvého muže [15]. Velmi podobnou stavbu těla jako laločnice má i **pérovník** (*Pennatula*), který si svůj název vysloužil dle podobnosti s ptačím perem [9]. Pérovníci, vyskytující se nejčastěji na bahnitém substrátu, leží ve dne líně u dna a v noci loví [15].

### Šestičetní

Druhou podskupinou korálnatců jsou **šestičetní** (Hexacorallia, někdy označováni jako Zoantharia), u nichž ale radiální symetrie těla ne vždy následuje číslo šest. Na rozdíl od osmičetných mají Hexacorallia složitější strukturu svých sept. Dvanáct chapadel je nezpeřených, kruhovitě uspořádaných [3].

Pod šestičetné spadá **řád sasanky** (Actiniaria), jež jsou typické svým pružným tělem. Tito živočichové nežijí v koloniích a mají terčík, který umožňuje přichycení k podkladu. Podobně jako nezmaři mají schopnost regenerace v tom smyslu, že dojde-li k odejmutí od substrátu a poté k jejímu navrácení do prostředí, dokáže se znovu přichytit [4]. Díky žahavým bateriím na chapadlech si obstarávají potravu. Velikostně se velmi různí – od několika centimetrů po 1,5 m v průměru. K rozmnožování dochází pohlavně i pučením. Co se týče teploty, vyskytují se sasanky v různých teplotách a hloubkách moří [4].

Mezi nejznámější zástupce patří **sasanka koňská** (*Actinia equina*), je typická svou červenofialovou barvou a nalezneme ji převážně v mělkých vodách na skalách. Není neobvyklé, že se sasanka občas objeví na čas mimo vodní prostředí [3]. Pokud se tak stane, přichytí se jako třicentimetrová kulička na substrát a nepříznivé podmínky přečká do té doby, než jí opět zalije voda [3].

**Sasanka hnědá** (*Anemonia sulcata*) je dalším z šestičetných zástupců, která je charakteristická dvěma porostovými typy růstu. Jedním z nich je porost, kdy jsou sasanky v mělkých vodách jedna vedle druhé a nepohlavně se množí, tvoří tudíž jakési „velké přátelské skupiny“. Druhý typ „porostu“ je sasanka, která žije sama. Tento druh „porostu“ a se vyskytuje v hlubších vodách a solitérní jedinci

se vyznačují fialovými konečky chapadel [3]. Obecně je tento druh útočištěm pro ostatní mořské živočichy jako jsou například hlaváč sasankový (*Gobius bucchichi*), krab rodu *Inachus* a garnáti rodu *Periclimenes* [3].

Sasanky jsou známé hlavně pro své poměrně časté symbiotické kooperace (*mutualismus*) s jinými živočichy [9]. **Sasanka cizopasná** (*Calliactis parasitica*) tvoří nerozlučnou dvojici s poustevníčkem rodu *Dardanus*; zajímavostí je, že na jednom raku poustevníčkovi může žít i více jedinců tohoto druhu sasanky.

Dalším známým symbiontem je **sasanka plášťová** (*Adamsia palliata*), žijící společně s poustevníčkem druhu *Pagurus prideaux*, na kterém je víceméně závislá [7]. Od předchozího zástupce se liší způsobem života i morfologií. Tato sasanka kompletně obroste poustevníčka a svá chapadla pod něj ohne. K tomuto jevu dochází proto, aby se mohla živit zbytky potravy, které poustevníček sám nepozře. Výhodou pro poustevníčka (kromě ochrany) je i fakt, že si nemusí sundávat svou ulitu, jelikož mu sasanka poskytuje dokonalý chitinový úkryt zvětšující velikost společně se s „nájemníkem“.

Posledním zástupcem z řádu sasanek, který zde uvedu je **sasanka podivná** (*Alicia mirabilis*). Jedná se o světle zbarvený druh, který je aktivní převážně v noci. Ve dne má chapadla svinutá a nevypadá moc vzhledně. Ve tmě se tento druh stává velmi žahavým lovcem, jehož chapadla dosahují délky až jeden a půl metru [3].

Dalšími šestičetnými jsou **větevníci** (Madreporaria). Mají typickou vápenatou kostru, která na osídleném místě zůstává, i když polyp zahyne. Větevníci, tvořící útesové kolonie, obývají teplá moře do hloubky 300 m. Kolonie těchto tvorů jsou velmi citlivé na změny vnějšího prostředí – např. znečištění, turismus či přemnožení jiných živočichů [9]. Velkým problémem posledních let je blednutí korálů (*coral bleaching*), které je způsobeno znečištěním a zvýšením teploty oceánů; z korálů je vyplaveno barvivo, což má za následek úhyn korálů [16].

Mezi zástupce větevníků můžeme jmenovat **dendrofyly žlutou** (*Leptopsammia pruvoti*) nebo **útesovníka protáhlého** (*Cladocora caespitosa*). Útesovník je charak-

teristický pro svůj noční život, kdy z boulovitých kolonií vystrkuje malá chapadla. Za zmínku stojí také šestičetný různobarevný **červnatec sasankový** (*Crianthus membranaceus*), který (jak napovídá název) získal jméno díky svému vzezření – tělo vypadá jako velká sasanka, reakce na vnější podněty jsou podobné rournatým „mnohoštětinatým“ červům. Do této skupiny je řazen také **korálovník zelený** (*Corynactis viridis*) a **sasankovec jeskynní** (*Parazoanthus axinellae*) [15]. Korálovník zelený může obsahovat zelenou barvu, ale bývá i téměř bezbarvý nebo dokonce jasně fialovorůžový. Tvoří porosty na skalách a rozmnožuje se nepohlavně. Sasankovce jeskynního charakterizuje jeho žlutá barva a od místa nejčastějšího výskytu pochází i jeho název [15].

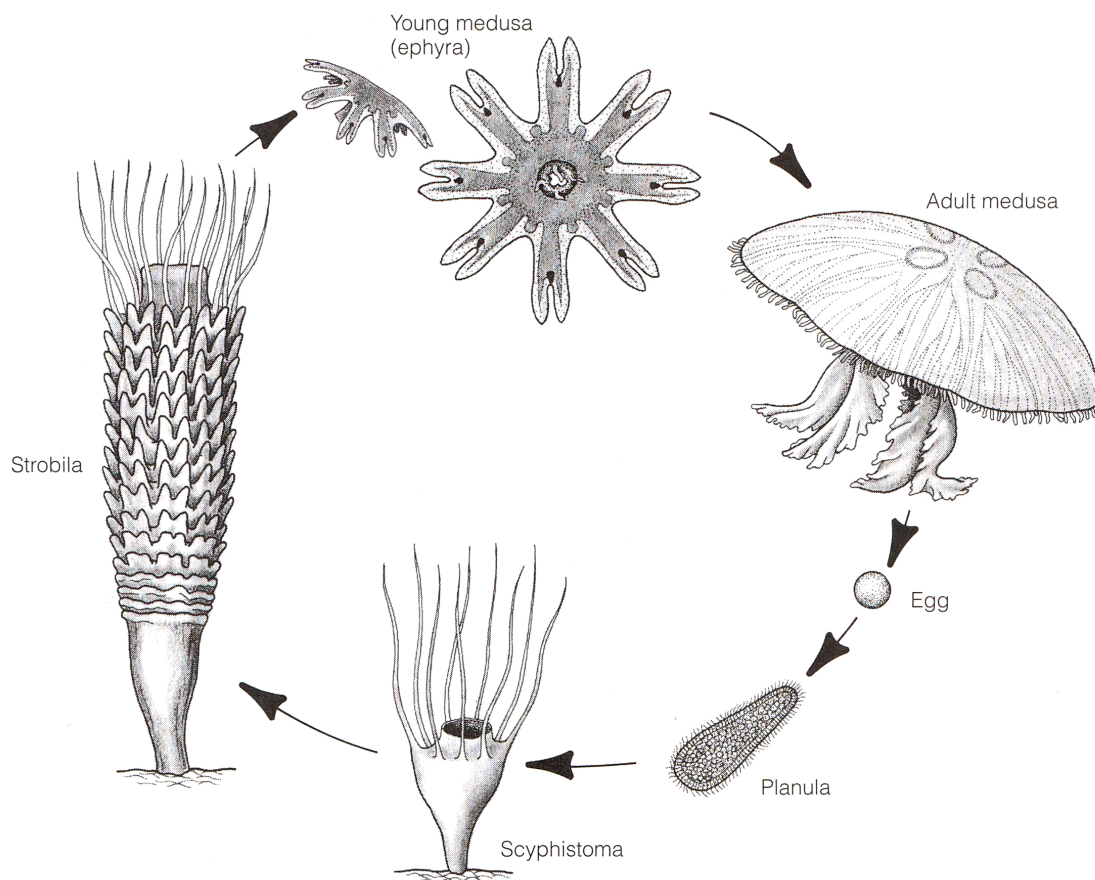
### 3.2.2 Medúzovci

**Medúzovci** (Scyphozoa) jsou další linií žahavců. Velké množství druhů, které jsou sem řazeny, se vyskytuje spíše u pobřeží než na otevřeném moři a v hlubinách [4].

Medúzovci jsou charakterističtí svým životním cyklem, v němž převažuje medúzové stádium střídané larvou planulou a přisedlým, nepohlavně se množícím, polypem. Lze zde tedy pozorovat průběh metageneze tak, jak bývá popisován v učebnicích zoologie.

Tito živočichové jsou čtyřčetně symetričtí a na příklad od skupiny korálnatců je odlišuje lineární mitDNA (korálnatci stejně jako např. lidé mají mitochondriální DNA uspořádanou kruhově). Zajímavé je, že medúzovci mají pouze žahavé buňky nematocysty, gastrovaskulární soustavu (radiálně symetrický systém navzájem spojených kanálků se systémem specifického proudění) a díky smyslovým orgánům rhopaliím lépe reagují na okolní prostředí. Stádium medúzy vzniká nepohlavní cestou ze stádia polypa tzv. strobilací, viz obrázek 3.3.

Do této skupiny řadíme obecně známý řád **talířovky** (Semaestomeae). Nejznámějším zástupcem je **talířovka ušatá** (*Aurelia aurita*), která je kosmopolitním druhem a vyskytuje se v hejnech [3]. Tato medúza je velká asi 25 cm [7] a umbrellou



Obrázek 3.3: Životní cyklus talířovky ušaté (*Aurelia aurita*). Převzato z [4]

prosvítá charakteristická čtyřlístkovitá struktura, odrážející vnitřní uspořádání gonád [4], obrázek 3.3. Nejedná se o nebezpečnou medúzu, jelikož žahavé buňky má slabé. Talířovka ušatá chytá plankton na hlenem pokrytou spodní část klobouku a při přemnožení může značně snížit výskyt planktonu včetně rybích plůdků.

**Talířovka svítivá** (*Pelagia noctiluca*) získala své jméno proto, že umí při mechanickém podráždění světélkovat [3], nadto je to jeden z druhů žijících na otevřeném moři [4]. Tento zástupce má na okraji umbrelly osmero širokých a nevýrazných laloků pokrytých chapadélky, ovšem oproti talířovce ušaté je poněkud nebezpečnější – má spoustu žahavých buněk, jež velmi snadno požahají lidskou pokožku. Talířovka svítivá je také speciální v tom, že nemá polypové stádium – planula nepřisedá, ale mění se v mladou medúzku tzv. efyru [3]. Třetí druh talířovky, **talířovka kompa-**

**sová** (*Chrysaora hysoscella*) má nápadný zvon s obrazem připomínající kompasovou růžici.

**Kořenoústky** (Rhizostomeae) jsou další skupinou medúzovců, která obsahuje přes 80 druhů. Zajímavý je způsob pohybu – při každém stahu do sebe pozře vodu společně s planktonem [4]. Pro tyto mikrofágy je typická absence žahavých buněk a srostlými příústními laloky prostupují pouze úzké mikrokanálky, proto mohou přijímat pouze omezeně velkou potravu [9]. **Kořenoústka hrbolatá** (*Cotylorhiza tuberculata*) je velká i přes 30 cm. Živí se pouze planktonem a vodu filtruje přes mnohonásobně větvená příústní chapadla. Zajímavostí je, že mezi jejími chapadly hledají útočiště mladí kranasi [3]. Dalšími zástupci jsou například **kořenoústka plicnatá** (*Rhizostoma pulmo*), **kořenoústka pobřežní** (*Cassiopeia andromeda*), **kořenoústka sluneční** (*Cassiopea xamachana*), **kořenoústka balónovitá** (*Stomolophus meleagris*) a **kořenoústka květáková** (*Rhizostoma octopus*) [7, 4, 9].

### 3.2.3 Čtyřhranky

**Čtyřhranky** (Cubozoa, Cubomedusae) bývaly řazeny mezi medúzovce. Díky své odlišné a velmi charakteristické morfologii umbrelly a způsobu připevnění chapadel však bývají vyčleňovány do samostatné skupiny. O jejich jméno se zasloužil především typicky čtyřboký zvon (jak bývá umbrella označována v české literatuře). Vyznačují se průhledným tělem a velmi jedovatými nematocyty, jimiž loví potravu (převážně ryby). Dalším rozdílem vyčleňujícím čtyřhranky z medúzovců je absence strobilace, která je nahrazena jedním polypem. Ten se jako celek proměňuje v jednu medúzu [9]. Jejich tělo má dlouhá chapadla a z jednotlivých rohů zvonu vyrůstají tzv. pedálie – jakési plátky, z nichž vystupují chapadla. Na okrajích zvonu je umístěno velárium. To tvoří zdroj pohybu při pulzaci a zároveň chrání vstup do zvonu. Jedním ze specifík čtyřhranek jsou také dvě speciální jednoduchá očka, kdy jedno hlídá prostor nad sebou a druhé je umístěno naproti manubriu [4]. Do této skupiny je řazeno patnáct zástupců, kteří obývají spíše teplé mořské oblasti [4].

Důležitým zástupcem je **čtyřhranka středomořská** (*Carybdea marsupialis*) [7], která není tak obávaná na rozdíl od její příbuzné – **čtyřhranky smrtelné** (*Chiaronex fleckeri*). Druhý zmíněný zástupce se vyskytuje u pobřeží Tichého oceánu – hlavně u Austrálie, přesněji u Velkého bariérového útesu. Čtyřhranka smrtelná, přezdívaná mnohdy také jako „mořská vos“, má až 2 m dlouhá, téměř neviditelná a extrémně žahavá chapadla. Díky svým chapadlům může lovit ryby i větší živočichy a disponuje výborně vyvinutou nervovou soustavu s citlivým komorovým okem [3]. Jediné zasáhnutí chapadlem tohoto živočicha způsobuje bolestivé zranění – paralyzuje svaly, v extrémních případech i nervovou soustavu a může způsobit kolaps srdce a dýchací soustavy a následnou smrt. Ročně zapříčiní úmrtí až dvou lidí. Jedna z nejjedovatější čtyřhranek, která měří pouze pár centimetrů, je mnohdy i smrtelná **čtyřhranka tropická** (*Chiropsalmus quadumanus*) žijící na jihovýchodním pobřeží USA.

### 3.2.4 Korunovky

**Korunovky** (Coronatae) – je známo 35 především hlubokovodních druhů, jen ne-mnohé druhy žijí v mělkých tropických mořích. **Korunovka karibská** (*Linuche unguiculata*) je běžná v mělkých vodách. **Korunovka purpurová** (*Periphylla periphylla*) je rozšířená naopak ve vodách hlubokých, většina jedinců má průměr zvonu menší než 5 cm, nejvzrostlejší dosahují až 20 cm. Charakteristickým znakem je koronární rýha (*coronal groove*) okolo středu zvonu. Pod touto rýhou je zbytek umbrelly rozdělen na laloky. Každý lalok – pedálíum – nese vyplněné pohyblivé chapadlo. Pod pedálii a chapadly je 4-8 rhopálií, jejichž přesný počet závisí na konkrétním druhu [4].

### 3.2.5 Kalichovky

**Kalichovky** (Staurozoa, někdy označovány jako Stauromedusae) představují menší skupinu, zahrnující 25 druhů. Žijí přisedle: dospělec je vlastně přerostlým polypem,

jehož orální konec je částečně přeměněn v medúzu. Velký, pohlavně vyspělý živočich má část těla přeměněnou na disk, jenž se přichytává na pevný podklad. Tím mohou být kameny, řasy či vodní trávy v teplých pobřežních oblastech. Druhy přisedlé na řasách jsou zeleno-hnědé a kryptické zbarvení jim napomáhá splynout s prostředím. Kalichovky mají rozšířený ústní otvor široký do 8,5 cm průměru se slabě vyvinutými koronálními svaly. Běžnými rody jsou *Halichystus*, *Lucernaria* či *Thaumatocyphus*. *Halichystus* se živí různonožci; má tzv. adhezivní orgán, který dočasně přichytává živočicha k podkladu a způsob pohybu je díky němu tzv. „kotrmelcovitý“.

### 3.2.6 Polypovci

Poslední vnitřní skupinou žahavců jsou **polypovci** (Hydrozoa) – tato skupina čítá okolo 3200 druhů zástupců v 5 řádech. Jako jediní žahavci se vyskytují jak ve sladkých vodách, tak i mořích [1]. Jedná se o spíše drobné živočichy žijící koloniálním způsobem – přisedlé formy tvoří často porosty na pevném substrátu. Tento porost je oblíbenou potravou drobných nahožábrých plžů [4]. Exoskelet může být vyztužen chitinem nebo uhličitanem vápenatým [1]. U drobnějších jedinců (stejně jako u všech zástupců žahavců) se vyskytují žahavé buňky, které slouží k lovu i obraně. V kontrastu s ostatními žahavci se nematocyty vyskytují pouze v epidermální vrstvě [1] a jejich funkce se liší – ze třiceti známých druhů nematocytů jich mají polypovci dvacet tři. Většina z nich je známá pod souborným označením penetranty, které obsahují jedovaté složky [4].

Pravděpodobně nejznámější skupinou polypovců je **řád nezmaři** (Hydrida). Jejich jméno je odvozeno od velké regenerační schopnosti. Polypovci mohou mít chitínový exoskelet, chapadla jsou útlá (nitkovitá), avšak mohou být i širší. Objevují se ve všech hloubkách. Typické je přisedlé stádium polypa, které se však nevyskytuje u všech podrádů. Mezi podrády nezmarů řadíme Anthomedusae, Hydrida, Leptomedusae a Limnomedusae [1]. Zástupcům z podrádu Hydrida a Limnomedusae se budu detailně věnovat v kapitole Zástupci žahavců v České republice na straně 30.

Prvním z podřádů – **Anthomedusae** (čeština nemá pro tuto skupinu slovní ekvivalent) – jsou polypi žijící v koloniích či samostatně. Hydranty a gonozoidi nemají exoskelet. Co se týče rozmnožování, gonozoidi produkují volné či přisedlé hydromedúzy a některé skupiny produkují gamety ve speciálním vaku označovaném jako sporosack. Hydromedúzy jsou dlouhé, zvonovitého tvaru, a nemají ani statocysty ani oči. Gamety vytváří na subumbrelle či manubriu [1]. Podřád Anthomedusae je dělen do dvou čeledí, které dříve byly považovány za oddělené řády tzv. hydrokorálů. Jsou to čeledi **žahavkovití** (Milleporidae) a **pakorálovití** (Stylasteridae).

**Žahavkovití**, mnohdy nazývané jako „ohnivé korály“, mají razantně žahavé nematocyty (díky nim dostali svoje jméno). Jedná se o masivní „korály“, které tvoří silné a nápadné vápenaté povrchy. Gastrozoidi mají krátká kostěná chapadla, přičemž každý gastrozoid je obklopen čtyřmi až osmi dactylozoidními chapadly [1]. Jednotlivá chapadla jsou umístěna v oddělené kostěné jamce (*skeletal cup*). Medúzy se pohybují volně, ale postrádají ústa, chapadla a velum typické pro ostatní hydromedúzy. Ve svých tkáních poskytují útočiště mutualistickým zooxantelám, symbiotickým obrněnkám, kterým poskytují živiny a tyto na oplátku svému hostiteli předávají látky vzniklé fotosyntézou. Nejčastěji se vyskytují zástupci rodu *Millepora*, česky označované coby žahavky, například **žahavka parožnatá** (*Millepora alcicornis*) či **žahavka plochá** (*Millepora complanata*) [1].

Čeď **pakorálovití** tvoří barevné (fialové, červené, žluté), vzpřímené a na povrchu vápenaté kolonie. Kostra je ukryta v epidermu a je pokryta silnou epidermální vrstvou. Vápenaté tělo (tzv. *style*) vyrůstá z kořene polypového pohárku. Dactylozoidi opět obklopují gastrozoidy, ale oproti předchozímu rodu mají polypové jamky připojené. Zástupcem je například **pakorál okatý** (*Allopora oculina*) či rod *Stylaster* (pakorál), který má různá druhová jména dle svého zbarvení [1].

Dalším podřádem řazeným mezi nezmary jsou Leptomedusae, kam řadíme **pohárovky** (Leptolida) – koloniální živočichové charakterističtí dvěma typy polypa. Pučením vzniká první typ – hydrozoid – s ústním otvorem a chapadly, jehož funkci



je výživa a obrana kolonie. Druhý typ polypa – gonozoid – je bez chapadel a na svém povrchu odškrube medúz [7], [9]. Obecně jsou pohárovky kryty chitinem a jedince (hydrozoidy i gonozoidy) spojuje láčka. Vyskytují se ve Středozezemním moři a mezi zástupce patří droboučký rod **pohárovka** (*Obelia*) [15].

Řád Trachymedusae, známý spíše pod názvem **hydromedúzy**, je další ze skupiny polypovců. Polypoidní generace je potlačena, nebo chybí úplně. Medúzy produkují planulu, která se přeměňuje na larvu aktivně plovoucí a dále na dospělé. Medúzy tohoto druhu jsou specifické tím, že mají oddělené pohlaví a pokud najdeme v přírodě kolonii, rozhodně se bude jednat ryze o samčí nebo samičí kolonii. Překvapivě jsou dnes do tohoto řádu zařazováni i někteří parazité jako například **výtrusenky** (Myxozoa). Dalšími klasickými zástupci jsou například rod *Botrynema* (hydromedúzka), **medúzka křížová** (*Gonionemus vertens*) nebo **trachymedúzka čtyřlístá** (*Liriope tetraphylla*). A samozřejmě rod *Craspedacusta* [1], který podrobněji popíšu v kapitole Medúzka sladkovodní (*Craspedacusta sowerbii*).

**Trubýši** (Siphonophora) je řád živočichů tvořící velké plovoucí kolonie a žijící pelagickým životem [7]. Vrcholový polyp – jinak zvaný pneumatofor – funguje jako bójka; tělo připomíná vzhledem plynový měchýř, který obsahuje oxidy uhlíku [1]. Pod plovoucím polypem jsou nekrofory – zvoncovití jedinci připomínající medúzu, kteří svou svalovinou umožňují pohyb celé kolonie. Po pneumatoforu a nekroforu následuje vlastní kolonie zvaná kormidium, která je dělena na části, kde se vyskytují jedinci z určitou funkcí (dactylozoidi – obrana a lov, gastrozoidi – pohlcují potravu, gonozoidy – produkce gamet) [7]. Jednotlivé části kormidia se mohou opakovat v závislosti na velikosti kolonie.

Trubýši loví převážně ryby, jsou však obávanými živočichy i pro člověka. **Měchýřovka vznášivá** (*Physophora hydrostatica*) není člověku nebezpečná; to se ale nedá říci o **měchýřovce portugalské** (*Physalia physalis*), jejíž smrtelně žahavé kolonie dosahují délky až 30 m [4]. Řád Chondrophora je skupina živočichů, která byla viděna jako kolonie (společně dohromady gastrozoidi, gonozoidi, dactylozoidi)

nebo jako samotný specializovaný polypoidní jedinec. Zooidy jsou na chitinovém deskovém plováku (tzv. *disclike float*), který může ale i nemusí mít šikmou plachetku (tzv. *oblique sail*). Pozice tohoto řádu v polypovcích je stále velmi diskutovaná. Zástupcem je například **paruska čočkovitá** (*Porpita porpita*) nebo **paruska komůrkatá** (*Velella velela*) [1].

Posledním řádem ze skupiny polypovců je řád Actinulida – jedná se o velmi malé (1,5 mm), volně a samotářsky žijící polypoidní žahavce, jimž chybí stádium medúzy. Nebylo u nich zjištěno pohlavní rozmnožování. Příkladem jsou druhy zástupců bez českého ekvivalentu – *Otohydra vagans* či *Halammohydra octopodides* [1]. V další kapitole se již konkrétně zaměříme na žahavce na našem území, kteří patří do skupin Hydrida a Leptolida.

## 4 — Zástupci žahavců v České republice

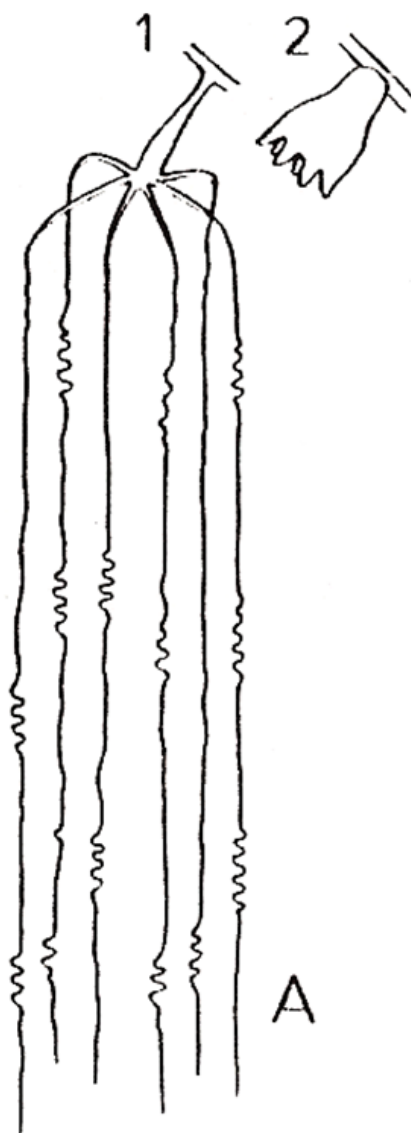
Žahavci představují jen minoritní část fauny České republiky. Z našich vodních těles známe několik druhů nezmarů čeledi Hydridae (řád Hydrida, třídy polypovci Hydrozoa) [8] a medúzku sladkovodní (Hydrozoa: Limnomedusae: *Craspedacusta sowerbii*), našeho jediného nepůvodního žahavce [17].

### 4.1 Nezmaři (Hydrida)

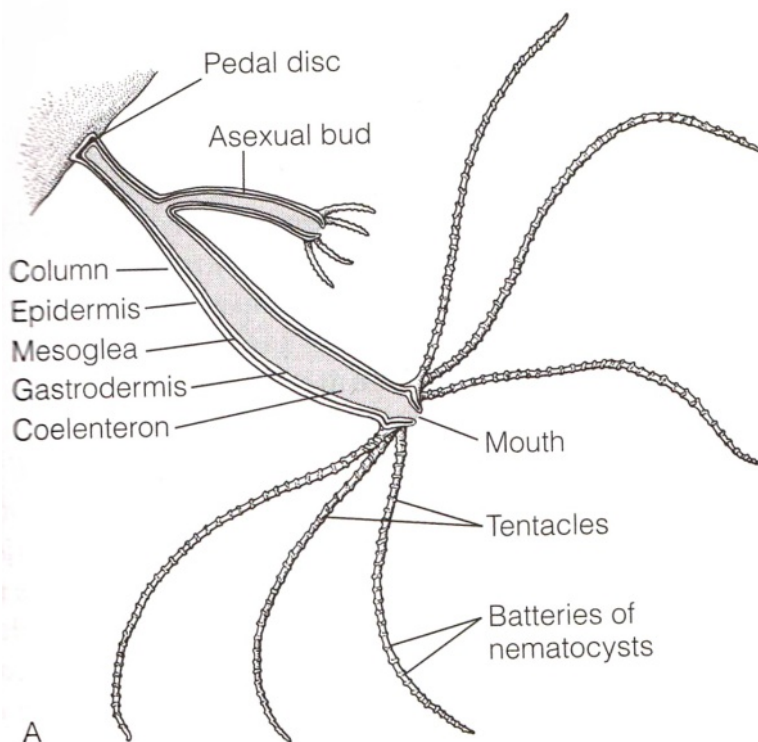
Nezmaři jsou soliterní živočichové s velkou regenerační schopností [18, 8, 4]; [11]), kteří mají pouze polypové stádium. Při smrštění měří i méně než 1 mm, avšak při lovu, kdy natahují svá dutá chapadla [4], mohou dosahovat až několik centimetrů (obrázek 4.1) [8].

Jejich útlé tělo (4.2) – hydrant – se na rozdíl od jejich příbuzných korálnatců dosti liší. Hlavním rozdílem je nemožnost pohybu díky pevnému ukotvení k substrátu [4].

V naší fauně se objevují ve stojatých či mírně tekoucích vodách, kde se přichytávají pomocí svalnatého terčíku k různým podkladům pod vodou. Najdeme je zde proto, jelikož mírný proud vody přináší potravu a umožňuje tak nezmarům rychlý růst (Mergl M. 2016, písemně). Více o výskytu nezmarů lze dohledat v kapitole Historický přehled a výskyt, str. 45.



Obrázek 4.1: **1** – natažená chapadla nezmara, **2** – smrštěná chapadla nezmara. Převzato z [8].



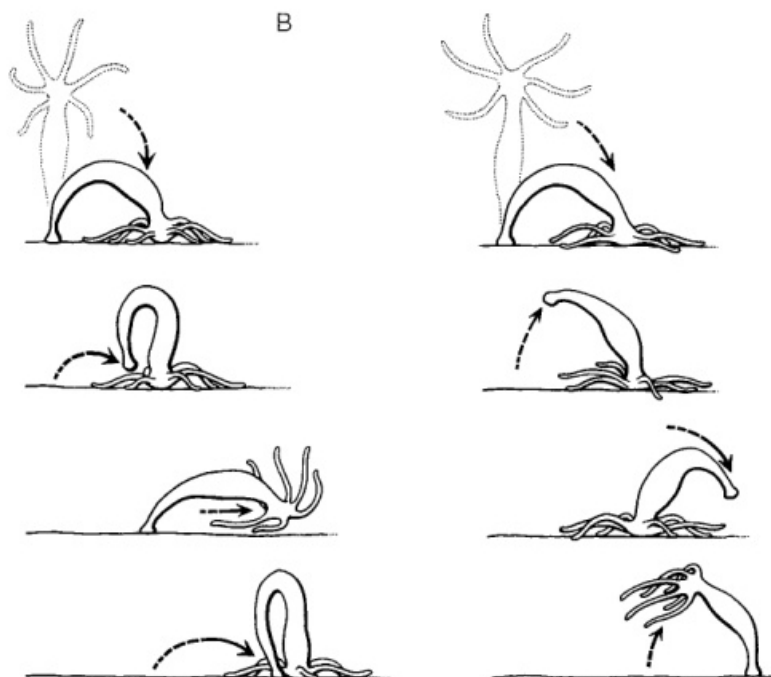
Obrázek 4.2: Obecná anatomie nezmara. Převzato z [4]

Nezmaři se pohybují dvěma způsoby – posunem po terčíku či jeho uvolněním anebo „koutoulovým – píd’alkovým“ pohybem (obrázek 4.3) [6].

Jelikož je tělo paprscitě souměrné a protažené do délky, má tento živočich díky hlavní ose souměrnosti i charakteristicky uspořádané soustavy [11]. Ústní otvor je umístěn mezi chapadly, která jsou pokryta žahavými buňkami, v jejichž blízkosti je v prstenci koncentrována i nervová soustava.

Rozmnožování probíhá jak nepohlavně (pučením), viz obrázek 4.4, při kterém dochází k oddělování nových drobnějších jedinců od mateřského živočicha, tak i pohlavně. Gonády ektodermálního původu lze najít na povrchu těla jako výrazné hrboleky [18]. U hermafroditických druhů jako je například **nezmar obecný** (*Hydra vulgaris*), jsou blíže chapadel produkovány spermatozoidy a blíže příchýtnému terčíku vznikají vajíčka [9].

Ještě než uvedu jednotlivé druhy nezmaraů, ráda bych zmínila příklad predátorů



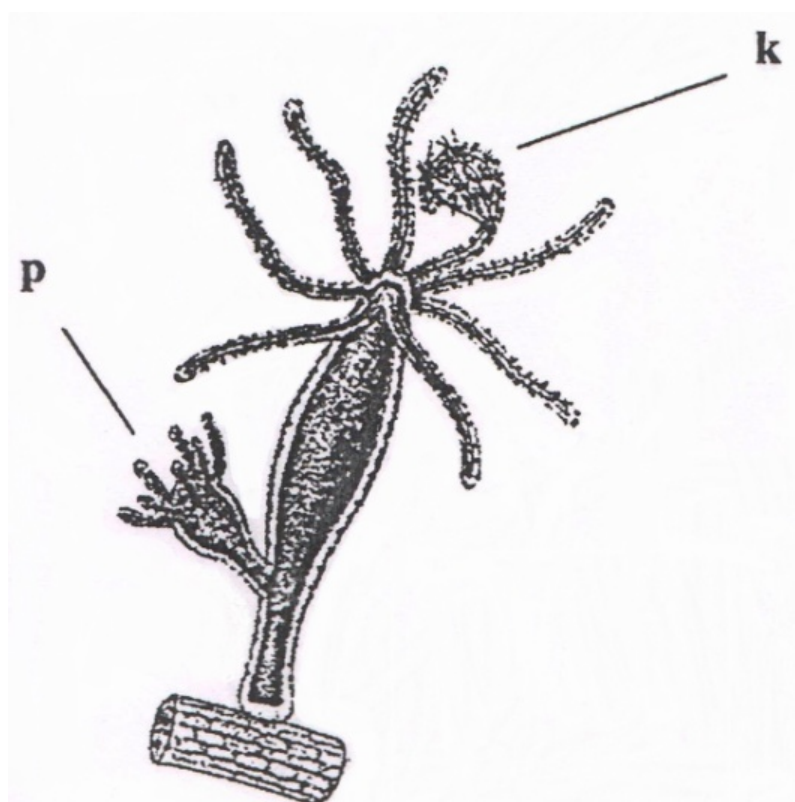
Obrázek 4.3: Pohyb nezmar: Nezmar (přichycený terčíkem k podkladu) přiblíží svá ústa k substrátu, uvolní nožní terč, jež přisune k ústům; poté ústa opět uvolní a přichytí se jimi dál. Převzato z [4]

a symbiontů nezmarů. Prvním z komezálů je nálevník **brousilka nezmaří** (*Trichodina pediculus*) zvaná také nezmaří veš, která žije na nezmarech a živí se zbytky potravy a bakteriemi. Paslávinka nezmaří (*Kerona pediculus*), rovněž epibiontický nálevník podobný brousilce, při silnějším výskytu napomáhá průchodu patogenů. Příkladem parazita je drobná sladkovodní ploštěnka maloústka podlouhlá (*Microstomum lineare*) [9] (Mourek 2016, písemně).

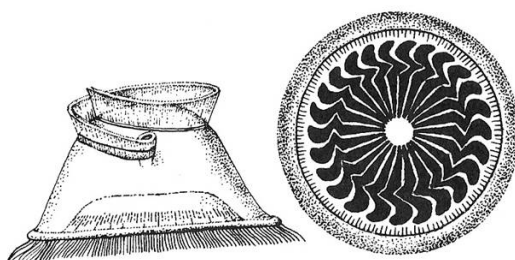
V našich vodách se vyskytuje několik zástupců – literatura uvádí různé počty druhů nezmarů od pěti [17] až do osmi [11].

Hrabě et al. (1954) ([19], strany 130, 131) uvádí 8 druhů:

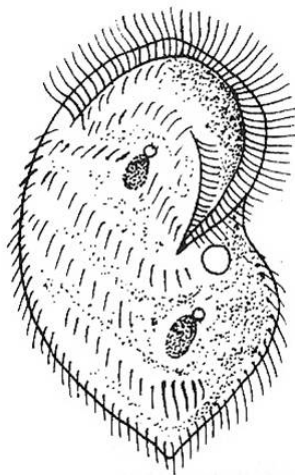
*Vlákno v streptolinech je vinuto podélně (obr. 4.7:9) nezmar podélník, Pelmatohydra oligatis (Pallas, 1766). Vlákno v streptolinech se vine aspoň z počátku příčně nebo šikmo (obr. 4.7:10-12). Streptoliny se nápadně zužují k dolnímu konci (obr. 4.7:10) nezmar zelený, Chlorohydra*



Obrázek 4.4: Nezmar s pučícím jedincem (p) a ulovenou potravou (k). Délka těla do 30 mm. Převzato z [11]



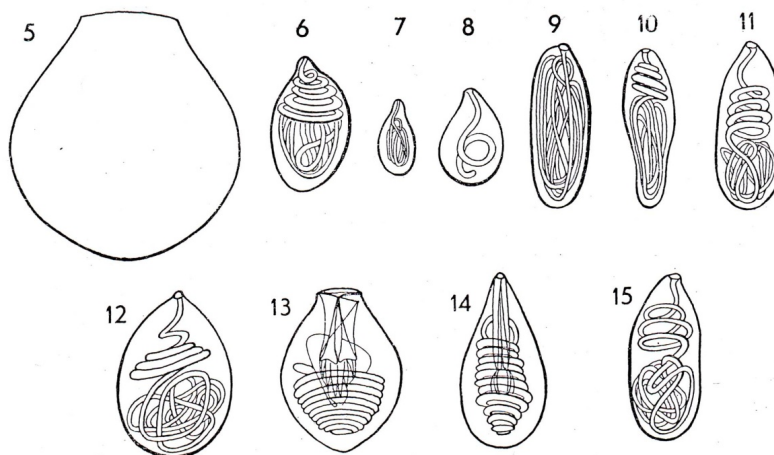
Obrázek 4.5: Brousilka nezmaří (*Trichodina pediculus*) ([7], podle Mourka 2016)



Obrázek 4.6: Paslávinka nezmaří (*Kerona polyporum*) ([7], podle Mourka 2016)

viridissima (Pallas, 1766). Streptoliny se nezužují k dolnímu konci (obr. 4.7:9). Streptoliny jsou válcovité nebo ledvinovité (obr. 4.7:11). Streptoliny jsou vejčité až hruškovité (obr. 4.7:12). Penetranty v horní polovici skoro stejně široké jako v dolní, uprostřed jsou nejší (obr. 4.7:13). Penetranty, v horní polovině nápadně zúžené, dolů se rozšiřují (4.7:14). Vzácný druh **n. ostropouzdrý**, *H. oxycnida* (Schulze, 1915). Streptoliny se 4 počátečními příčnými, rovnoběžně probíhajícími závití vlákna (4.7:11). Hojný druh **n. štíhlý**, *H. attenuata* (Pallas, 1766). Streptoliny se 3 nepravidelně probíhajícími příčnými nebo šikmými závití (4.7:15) **n. obecný**, *H. vulgaris* (Pallas, 1766). Streptoliny vejčité, na horním konci nepatrně protažené (4.7:12). Streptoliny, na horním konci zřetelně zúžené, připomínají tykvové semeno (4.7:6). Vzácný druh **n. hvězdnatý**, *H. stellata* (Schulze, 1915). Streptoliny s vláknem skoro zcela vlnutým v příčných závitích. Vzácný druh **n. Brauerův**, *Pelmatohydra braueri* (Bedot, 1912). Streptoliny jen s několika příčnými počátečními závití (4.7:12) **n. opásaný**, *H. circumcincta* (Schulze, 1915). Na Moravě se vyskytoval v letech 1930 – 1938 v tůni v jeskyni Býčí skála v Josefském



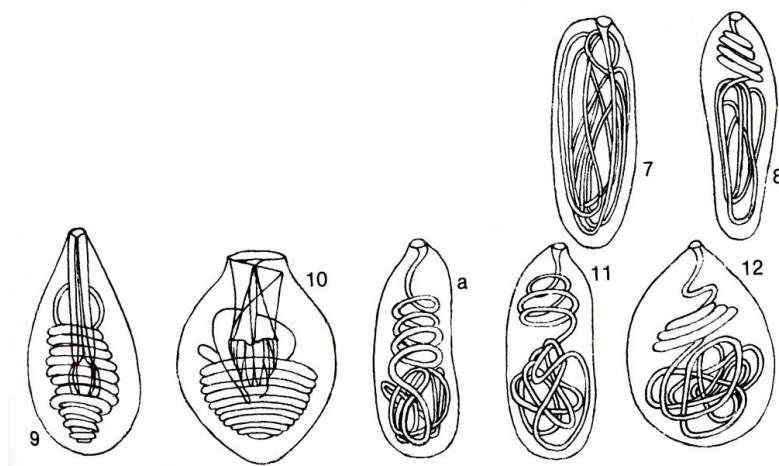


Obrázek 4.7: **5** – nezmar hvězdnatý, *Hydra stellata*, penetrant; **6** – nezmar hvězdnatý, *Hydra stellata*, streptolin; **7** – nezmar hvězdnatý, *Hydra stellata*, streptolina; **8** – nezmar hvězdnatý, *Hydra stellata*, volvent; **9** – nezmar podélník, *Pelmatohydra oligactis*, streptolin; **10** – nezmar zelený, *Chlorohydra viridissima*, streptolin; **11** – nezmar štíhlý, *Hydra attenuata*, streptolin; **12** – nezmar opásaný, *Hydra circumcincta*, streptolin; **13** – nezmar štíhlý, *Hydra attenuata*, penetrant; **14** – nezmar ostropouzdrý, *Hydra oxycnida*, penetrant; **15** – nezmar obecný, *Hydra vulgaris*, streptolin. Převzato z [19]

údolí u Adamova.

Buchar et al. 1995 ([8], strana 30) uvádí 6 druhů:

Vlákno ve streptolinech vinuto podélně (obr. 4.8:13, 4.8:7) **nezmar podélník** – *Pelmatohydra oligactis* (Pallas). Vlákno ve streptolinech se aspoň zpočátku vine spirálně napříč nebo šikmo (obr. 4.8:13, 4.8:8). Streptoliny trepkovitého tvaru, nápadně se zužují k dolnímu konci (obr. 4.8:13, 4.8:8); **n. zelený** – *Chlorohydra viridissima* (Pallas). Streptoliny válcovitého nebo ledvinovitého tvaru (obr. 4.8:13, 4.8:10a). Streptoliny vejčitého tvaru (obr. 4.8:13, 4.8:12) **n. opásaný** – *Hydra circumcincta* (Schulze). Penetranty jsou široce hruškovité s největší šířkou uprostřed, k oběma koncům se zužují skoro stejnoměrně (obrázek 4.8:13, 4.8:10). Penetranty v horní polovině nápadně zúžené dolů se rozšiřují tak, že největší šířky dosahují v dolní polovině **nezmar ostropouzdrý** – *Hydra*



Obrázek 4.8: **7** – nezmar podélník (*Pelmatohydra oligactis*), streptolina; **8** – **n. zelený** (*Chlorohydra viridissima*), streptolina; **9** – **n. ostropouzdrý** (*Hydra oxycnida*), penetrant; **10** – **n. štíhlý** (*H. attenuata*), penetrant a streptolina; **11** – **n. obecný** (*H. vulgaris*), streptolin; **12** – **n. opásaný** (*H. circumscripta*), streptolina. Převzato z [19]

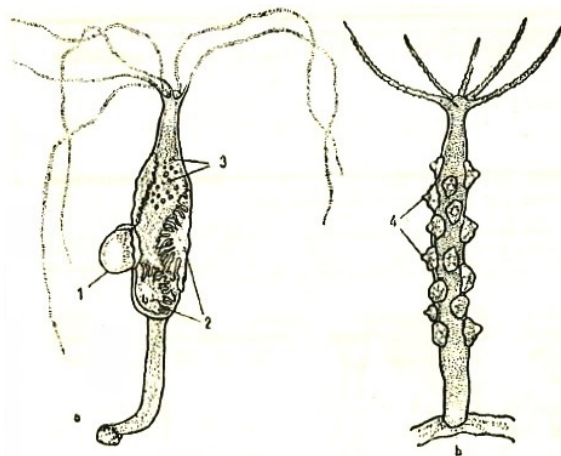
oxycnida (Schulze). Vzácný druh. Streptoliny se čtyřmi příčnými rovnoběžně probíhajícími počátečními závití vlákna (obr. 4.8:13, 4.8:10a), které je díky silné světlostlornosti velmi zřetelné **n. štíhlý** – *H. attenuata* (Pallas). Hojný druh. Streptoliny se třemi nepravidelně probíhajícími příčnými nebo šikmými závití (obrázek 4.8:13, 4.8:11) **n. obecný** – *H. vulgaris* (Pallas). Druh velmi rozšířený, ale nikoliv hojný.

Buchar et al. (1995) sice popisuje šest druhů nezmarů v ČR, nicméně v novodobější literatuře je tomu jinak – např. Petrusek (2005) zmiňuje pět druhů nezmarů z našeho území, avšak bez bližší specifikace.

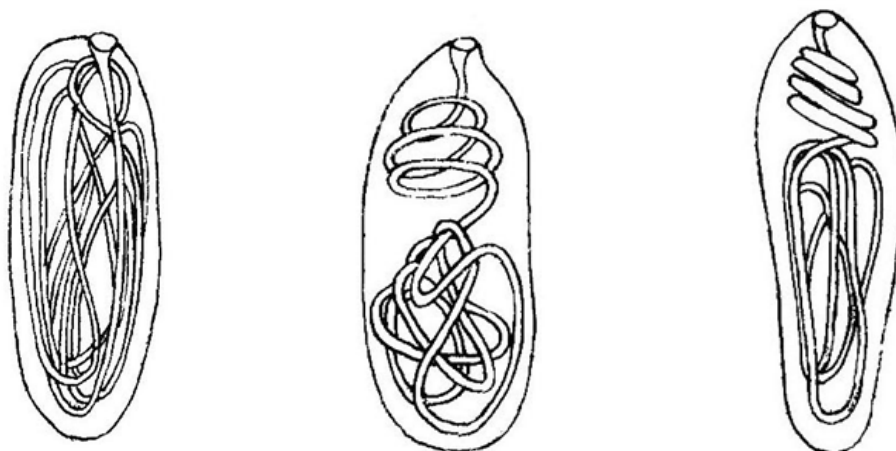
V následujícím textu uvedu popis všech druhů nezmarů, kteří byli v dostupných materiálech zmíněni na našem území, a které jsem abecedně seřadila.

#### 4.1.1 Nezmar hnědý či nezmar podélník (*Pelmatohydra oligactis*) Pallas, 1766

Latinsky zvaný *Pelmatohydra oligactis* Schulze, 1914 [20]. Nezmar hnědý – nejhojnější druh nezmarů – má na rozdíl od ostatních druhů nezmarů velmi dlouhá chapadla v počtu 4 až 6, která jsou 3× až 5× delší než je tělo, tzn. až 5 cm [11]. Charakteristickým znakem jeho těla je také hnědý trup a světlejší oddělená stopka [18]. Vlákno ve streptolinech má vinuto podélně [19] viz obrázek 4.10a. V létě se množí nepohlavně (pučením) do té chvíle, pokud je dostatek potravy a teplota dosahuje hodnot nad 10 °C. Pokud se teplotní i potravní faktory změní (v podzimním období), tvoří se na nezmarovi pohlavní buňky. Jelikož je tento druh nezmarů chladnomilný hermafrodit, po celé délce nezmarova těla se nejdříve vyvinou varlata (testes) a následně vznikají v nižším počtu vaječníky (ovaria, označované také jako oogonie), z nichž se dále tvoří vajíčka, viz obrázek 4.9. Když dorostou vajíčka do velikosti 1–1,5 mm, čekají na mateřském těle přichyceny na spermii. Z oplozeného vajíčka vzniká malý nový jedinec bez larválního stádia [18].



Obrázek 4.9: Pohlavně dospělí jedinci nezmarů hnědých. **a** – samičí, **b** – samčí jedinec. **1** – vajíčko, **2** – oogonie, **3** – zanikající oogonie, **4** – varlata. Převzato z [18]



(a) Nezmar podélník

(b) Nezmar obecný

(c) Nezmar zelený

Obrázek 4.10: Typy žahavých buněk nezmarů (n. podélník, n. obecný, n. zelený).  
Převzato z [8]

#### 4.1.2 Nezmar obecný (*Hydra vulgaris*) Pallas, 1766

Nezmar obecný dorůstá do velikosti 2 cm a jeho chapadla (v počtu 5–12) jsou dvojnásobně delší než jeho tělo. Poznávacím znakem může být stonek, který není zřetelně oddělený od stopky. Vlákna ve streptolinách mají nejčastěji čtyři závit, někdy i více a vinou se kolmo k ose žahavé buňky [19], viz obrázek 4.10b. Jako jediný z nezmarů se množí pohlavně v létě a je také gonochoristou [18] [9] [21].

#### 4.1.3 Nezmar opásaný či nezmar štíhlý (*Hydra circumcincta*) Schulze, 1914

Tento druh nezmaru je také nazývaný jako *Hydra attenuata* Pallas, 1766 [22]. Dorůstá do délky asi 1,5 cm a má šedohnědou barvu. Na sobě má 5 až 6 chapadel, která mají při smrštění tvar malé hvězdy. Streptoliny jsou hruškovitého až vejčitého tvaru se třemi nepravidelně probíhajícími příčnými nebo šikmými závitmi [19], viz obrázek 4.11b a 4.11a. Jedná se o vzácného hermafroditického nezmaru, který se množí celoročně a vyhýbá se světlu (je tzv. fotofóbní), a proto vyhledává místa



(a) Nezmar štíhlý

(b) Nezmar opásaný

(c) Nezmar ostropouzdrý

Obrázek 4.11: Typy žahavých buněk nezmarů (n. štíhlý, n. zelený, n. ostropouzdrý).  
Převzato z [8]

ukotvení v blízkosti kamenů a listů [23].

#### 4.1.4 Nezmar ostropouzdrý (*Hydra oxycnida*), Schulze 1914

Označovaný latinsky i jako *Hydra pirardi* Brien, 1961 [24] je nápadně podobný *Hydra vulgaris*. Na rozdíl od nezmara obecného se liší zašpičatělými penetranty ve spodní části [19].

#### 4.1.5 Nezmar zelený (*Chlorohydra viridissima*), Pallas 1766

Znám také pod jménem *Chlorohydra viridissima* Schulze, 1917 [25]. Poměrně vzácně se vyskytující hermafrodit veliký kolem 1 cm, jehož chapadla nejsou nikdy delší, než je tělo [18]. Válcovité streptoliny se zužují k dolnímu konci [19] (obrázek 4.10c). Nápadné zelené zbarvení je způsobeno symbiotickou řasou zoochlorelou, která žije

v buňkách nezmarů. Díky řase získal nezmar své české i latinské jméno [11].

Výše jsem zmínila zástupce nezmarů, které dle dostupné literatury ([18, 19, 11, 9]) najdeme v České republice. Uvedla jsem, že konkrétního zástupce poznáme, kromě barvy a velikosti, i dle typu žahavých buněk. V následující kapitole konkrétněji popíšu funkci a jednotlivé druhy žahavých buněk, tzv. knidocytů.

#### 4.1.6 Žahavé buňky

Žahavé buňky, zvané také knidocyty, jsou vývojově podobné jednobuněčným žlázám [10]. Knidocyty jsou umístěny různě po těle (epidermis, blízko úst) [4], nejvíce však na chapadlech [8]. U mořských druhů se žahavé buňky vyskytují i v oblasti gastrodermu, kde napomáhají při polykání již paralyzované oběti. Žahavá buňka vzniká následovně: uvnitř epiteliální buňky vznikne rostoucí vakuola, která se vyplní tekutinou. Z části sekretu vzniká stočené vlákno [10]. Tyto žahavé buňky (vyztužené kolagenem) obsahují knidy – pouzdra – v níž je uloženo vlákno s penetrační látkou, která má hlavní úlohu při lovu a obraně a její spuštění je stimulováno vnějším podnětem [4]. Knida může ale také obsahovat „lepivou harpunu“, označovanou jako tzv. streptolin a stereolin. Pokud bychom měli celou buňku popsat podrobněji, začneme z vnějšku, kde dochází k podráždění na knidocyty (obrázek 4.13).

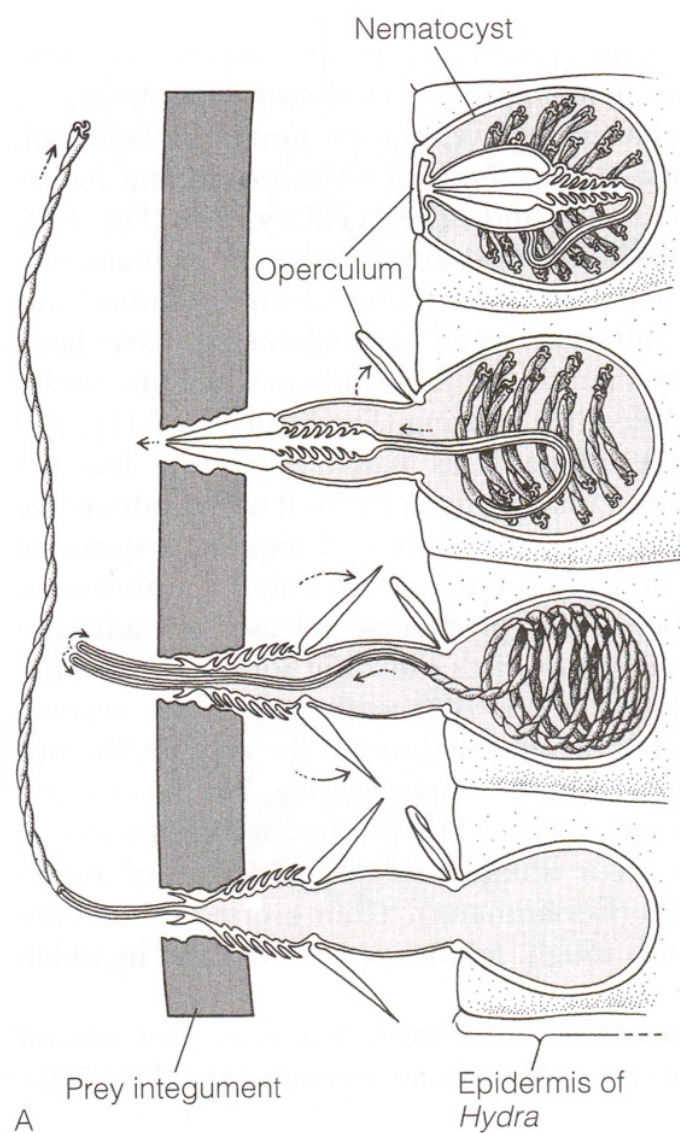
Knidocyl si můžeme představit jako nepohyblivý citlivý chlup, který vznikl srůstem několika brv [10]. Na povrchu „žahadla“ (knidy) mají žahavé buňky osten, jež je kryt operkulem (velkou klapkou) nebo třemi menšími klapkami, viz obrázek 4.12. Při podráždění tohoto místa se „žahadlo“ vymrští a kořist uloví. To však není všechno, hlavním podstatou žahavosti je směs aminokyselin a proteinů. Tato směs napadá buněčné membrány a má vliv na funkci sodíku v buněčném metabolismu. Proteiny s dalšími reakčními látkami a ionty  $Ca^{2+}$  tvoří směs, jež zvyšuje osmotický tlak. Aby k takovému tlaku došlo (až 140 bar), musí se voda z cytoplasmy dostat do knidy, která se zmáčkne a (ve dvou milisekundách až pár sekundách – v závislosti na typu nematocysty) vymrští žahavé vlákno. Při střetu s kořistí knida ztrácí svou žahavou

schopnost, která se jí navrácí od čtyř do dvou dnů [7], [4].

Nezmaři v našich vodách mají čtyři druhy knid [8]. **Penetranty** jsou největším typem knid a jsou uvnitř svinuty kolem osního útvaru (dosahují velikosti pár tisíc milimetrů). **Streptoliny** jsou zase charakteristické tím, že se vlákno vine v horní části příčně (až na nezmaru podélníka, kde je vlákno vinuto pouze podélně, což tomuto druhu vysloužilo české jméno). Dalšími dvěma typy žahavých buněk jsou **stereoliny** a **volventy** [8]. Volventy (vyskytující se u skupiny Anthozoa čili korálnatci) mají na první mikroskopický pohled neuspořádaná vlákna s málo závitů. Uvnitř volventů je zabudována spirocysta, která neobsahuje žádné žahavé látky a funguje spíše jako stočené duté laso, které se při střetu s kořistí vymrští, omotá ji a nepustí [4]. Zajímavostí této spirocysty je, že kolem sebe obsahuje přilnavá vlákna. Volventy mohou obsahovat ptychocysty, jež jsou velmi podobné spirocystám. Ptychocysty (vyskytující se např. u sasanek) však nemají kolem sebe vlákna a jejich uspořádání je dosti chaotické.

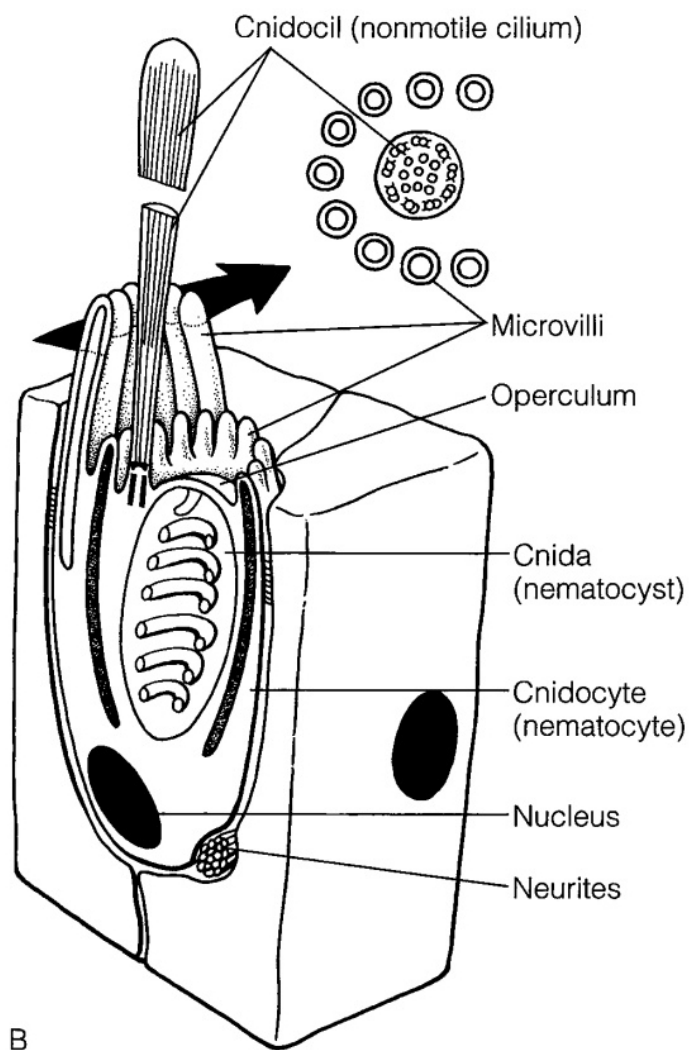
Obdivuhodné je, že žahavci obecně rozeznávají druh podráždění (mechanický či chemický) a na základě toho například nevymrští knidy při střetu s podkladem, ale pouze při setkání s kořistí. Jejich mechanoreceptory jsou navíc schopny rozeznat frekvenci plavání přibližující se kořisti. Překvapivou funkcí je také to, že nematocysty reagují na fyziologický stav vyhlédnuté kořisti. To v praxi znamená, že pokud je cíl například zraněný, není důvod, aby byl požahán v plném rozsahu [4].

Na následující straně stručně popisuji lov a fixaci nezmarů a přidávám i fotografii roztlakového preparátu, kde jsou velmi dobře vidět glutinanty nezmarů hnědé.



Obrázek 4.12: Dynamika vystřelení žahavé buňky (penetrantu) na příkladu nezmara rodu *Hydra*. Převzato z [4].





Obrázek 4.13: Nematocyt polypců (Hydrozoa). Za povšimnutí stojí, že knidocil je nepohyblivý sensorický výrůstek, jehož vnitřní struktura je však odvozena od uspořádání typického eukaryotického bičíku (na průřezu je vidět charakteristická mikrotubulární  $9 \times 2 + 2$  struktura). Neurity představují blíže neidentifikované výběžky nervové buňky – buď axony nebo dendrity. Převzato z [4].

### 4.1.7 Lov, fixace a určování druhů nezmarů podle žahavých buněk

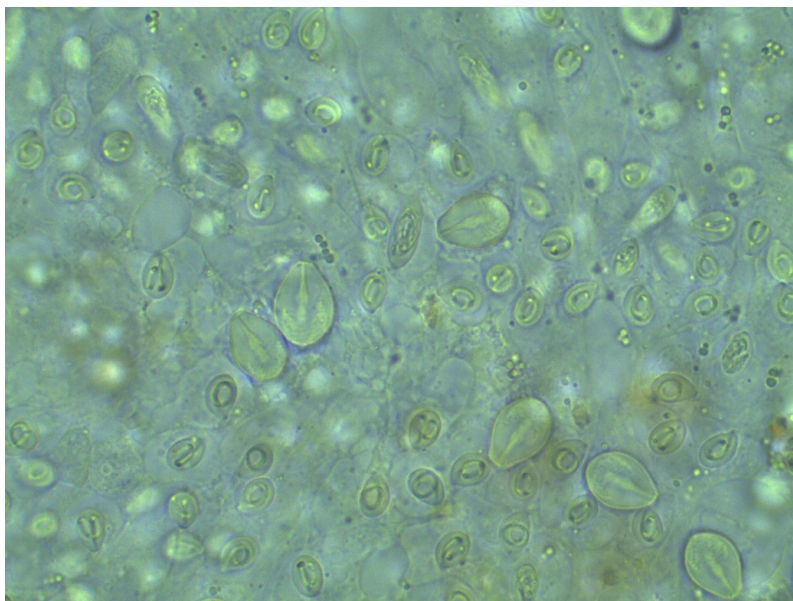
Před určováním je nutné ulovit samotného živočicha. Do skleněné nádoby nabere vodu s vodními rostlinami a necháme v klidu odstát. Po nějaké době začnou nezmaři natahovat svá chapadla, podle nichž je můžeme zpozorovat; případně se začnou pohybovat a z listů rostliny přelezou na stěny nádoby. Pokud chceme přesně určit druh dle žahavých buněk, postačí rozmáčknout vyloveného jedince mezi krycím a podložním sklíčkem a knidy se v tomto tzv. roztlakovém preparátu samovolně uvolní (obrázek 4.14). Pod mikroskopem pozorujeme nejlépe při 900násobném zvětšení [19, 8, 11].

Fixování nezmarů provádíme takto (podrobně viz [19], strana 129):

*Nezmary fixujeme takto: dáme je jednotlivě do hodinkových sklíček, aby se v nevelkém množství vody dokonale narovnali, náhle přidám shora větší množství 40% formalinu, který po chvilce nahradíme 4%. Po několika pokusech se nám podaří získat jedince nejen s nataženým tělem, ale i s poměrně dlouze rozprostřenými chapadly. Fixované nezmary barvíme karmínem (doporučuji zvláště Schubergův solný karmín) a montujeme do kanadského balzámu nebo je nezbarvené uzavíráme do balzámu, případně do glycerin-želatiny.*

### 4.1.8 Historický přehled a výskyt

Nezmaři jsou známí už od roku 1702, kdy je poprvé pod mikroskopem popsal Antony Van Leeuwenhoek – otec mikrobiologie a člen Královské společnosti [12]. Během 18. a 19. století byli nezmaři popsáni v několika publikacích s různým zaměřením (chování, regenerace, vývoj, gastrovaskulární soustava).



Obrázek 4.14: Roztlakový preparát, glutinanty *Pelmatohydra oligactis* (Mourek M. 2016, písemně).

Po prozkoumání nezmara se na přelomu 19. a 20. století začali vědci věnovat žahavým buňkám. Za stěžejní titul lze považovat *Classification des nematocystes* z roku 1930 od autora R. Weila, který popisuje 17 typů žahavých buněk na základě druhů vláken [12].

V České republice se studiím rodu *Hydra* věnovalo jen několik autorů. Hrabě (1954) ([19]) popisuje osm druhů nezmaraů, naproti tomu Buchar et al. (1995) ([8]) popisuje o dva druhy méně (neuvádí *Hydra braueri* a *Hydra stellata*). Další informace o nezmarech popisuje Lellák et al. 1972 a v roce 1999 se jimi zabývala také Opravilová na lokalitě Pálava [12].

Jak již bylo jednou řečeno, nezmaři se rádi vyskytují ve slabě tekoucích vodách – nejvíce u výpustí rybníků, kde jim mírný proud vhání potravu přímo do chapadel. Během roku je najdeme v přírodě od května do září (někdy i října). Ve vodě se vyskytují například na spodní straně **rdesna obojživelného** (*Persicaria amphibia*), na **stolístku** (*Myriophyllum*) nebo na **rdestu** (*Potamogeton*) (Mergl M. 2016, písemně).

#### 4.1.9 Recentní výskyt

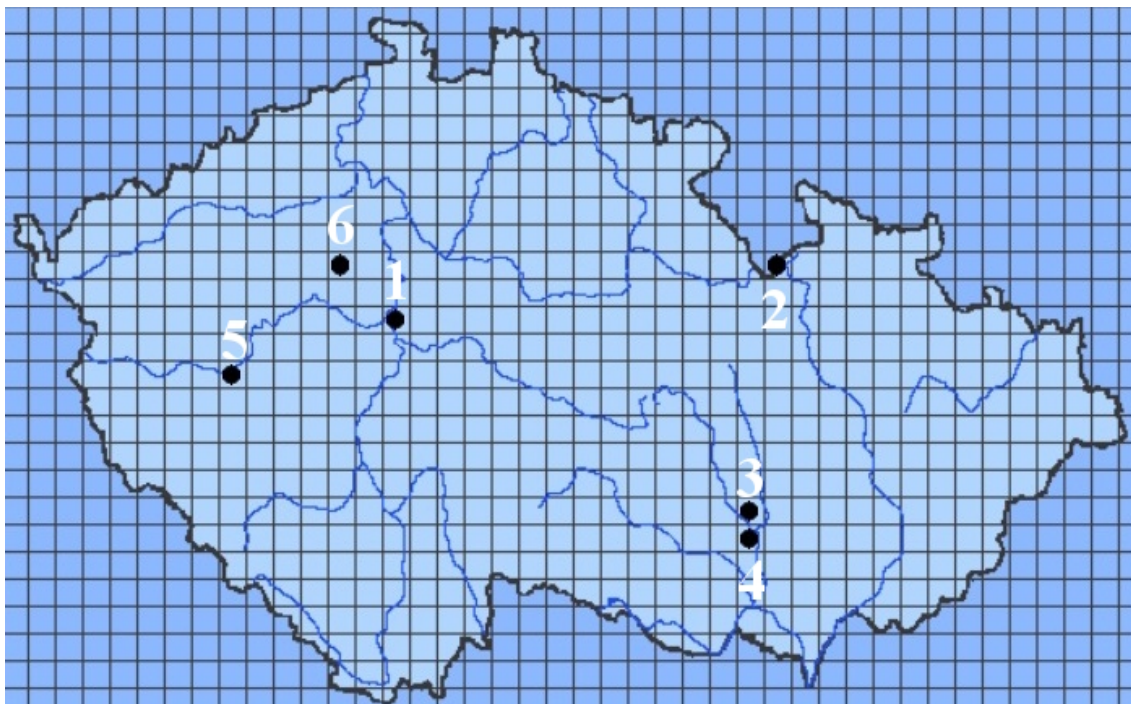
Prozkoumanost žahavčí fauny v ČR je v současné době minimální. Například záznamy AOPK ČR neuvádí na území ČR žádnou lokalitu výskytu nezmara zeleného (*Hydra viridissima*) od roku 1949 do současnosti, ačkoliv tento byl opakovaně pozorován např. v Modřanských tůních na území hl. města Prahy (Mourek M. 2012–2013, ústní sdělení) či v pravostranném přítoku řeky Moravy poblíž obce Dolní Morava (Říhová D. 2015, ústní sdělení).

Jediný záznam je udáván pro výskyt nezmara podélníka (*Hydra oligactis*) v nejjižnějším výběžku republiky mezi lety 1950–1989. Databáze neobsahuje žádný záznam o výskytu nezmara obecného (*Hydra vulgaris*) či nezmara opásaného (*Hydra circumcincta*); ostatní druhy nezmarů zmiňovaných z území ČR v publikacích [19, 8]) v databázi ani nefigurují coby známé z ČR.

Záznamy AOPK pochází z inventarizačních průzkumů zadáných touto organizací lokálními spolupracovníky na místech vyhodnocených coby nedostatečně prozkoumané a je tedy možné, že neexistence dat je způsobena aktuálním zaměřením agentury na terestrické průzkumy, nikoliv nepřítomností nezmarů v našich vodách.

Pro toto vysvětlení hovoří rovněž vznik diplomové práce zaměřené na nezmary vod Plzeňska ([12]) i ulovení blíže nezjištěného druhu hnědě zbarveného nezmara žáky 3. ročníku ZŠ v Nehvizdech (Korittová C. 2015, ústní sdělení). Další dohledanou zmínkou o výskytu nezmarů je zjištění pravidelného výskytu nezmara obecného (*Hydra vulgaris*) v okolí Brna a jednoho záznamu nezmara hnědého (*Hydra oligactis*), jak mi bylo sděleno e-mailem (Opravilová V. 2016, písemně).

Na mapě (obrázek 4.16) je příklad dalšího záznamu – výskyt nezmara hnědého (*Hydra oligactis*) na našem území v roce 1987 při výzkum makrozoobentosu tekoucích vod v prostoru soutoku Moravy a Dyje.



Obrázek 4.15: Dosud publikované záznamy o výskytu nezmaraů v ČR. Program pro výpočet KFME mapových polí. Jméno lokality a druh nezmara nalezeného v dané lokalitě popisuje tabulka 4.1.

#### 4.1.10 Zajímavost: hubení nezmaraů

V této části bych chtěla jen krátce zmínit, že nezmaři nemusí být pouze titěrní a nepovšimnutí živočichové, ale i neodbytní škůdci, kterých se nedá tak lehce zbavit.

Akvaristi velmi dobře vědí, co znamená zavlečení nezmara (nejčastěji nezmara obecného, nezmara hnědého a vzácně nezmara zeleného) do chovné nádrže. Jak víme, nezmaři se živí převážně planktonem a mezi ten řadíme i rybí plůdky.

Možností hubení nezmaraů v akváriu existuje několik. Jednou z nich je přebrat jednotlivé živočichy pipetou (zvláště plůdky a zvláště nezmary), případně lze nezmary zničit plicnatým plžem **plovatkou bahenní** (*Lymnaea stagnalis*), rybami – **rájovci** (*Macropodus*) nebo **parmičkou nádhernou** (*Puntius conchonijs*) ([27, 28]). Plovatka bahenní je sice rychlým nezmarovým „čističem“, ale je důležité, aby byl rybí potěr rozplavaný, jelikož by ho jinak pozřela také. Negativem plovatky je

Číslo	Místo výskytu	Druh
1	Praha – Modřanská tůň	nezmar zelený
2	Dolní Morava – potok	nezmar zelený
3	Brněnská přehrada	nezmar obecný
4	Brno – pavilon Antropos	nezmar obecný
5	Plzeň – Bolevecké rybníky	bez specifikace blíže neurčený nezmar ze skupiny hnědých
6	Kladno – Kročehlavský rybník	nezmar hnědý

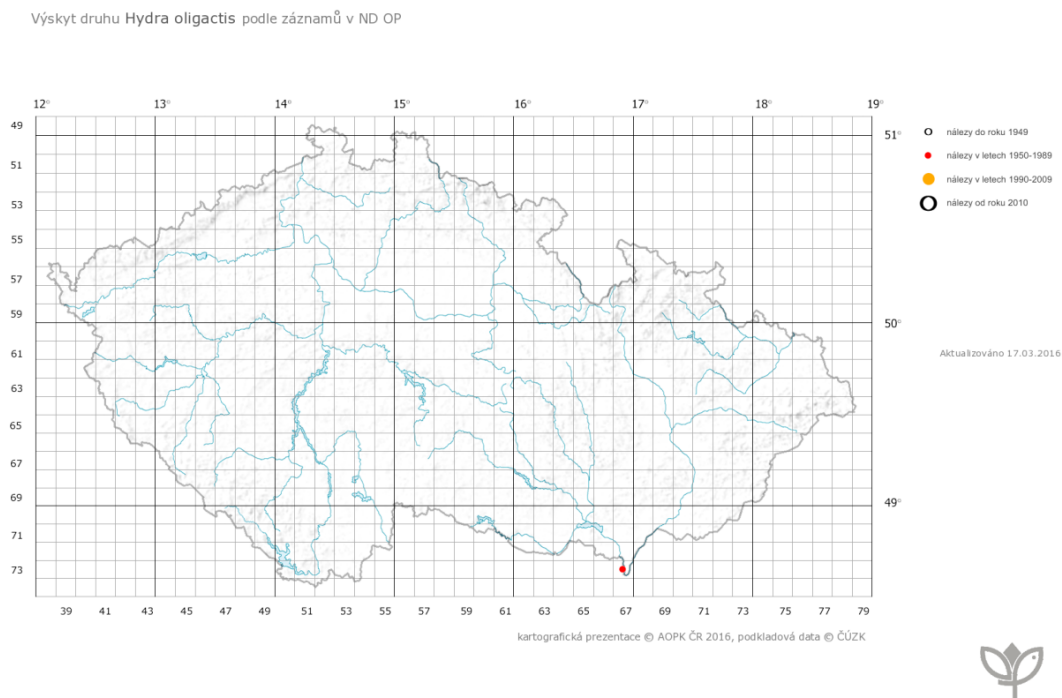
Tabulka 4.1: Výskyt nezmarů v ČR dle Českých stran potápěčských

Číslo	GPS souřadnice
1	49°59'23.1" N 14°24'05.3" E
2	50°06'41.5" N 16°48'41.9" E
3	49°13'56.4" N 16°31'09.3" E
4	49°11'37.8" N 16°34'01.1" E
5	49°46'23.9" N 13°24'10.7" E
6	50°8'27.694" N 14°6'54.266" E

Tabulka 4.2: GPS souřadnice pro místa výskytu nezmarů v ČR v tabulce 4.1.

i fakt, že přenáší krevničku – parazita, který způsobuje cercáriovou dermatitidu [29]. Pokud tedy chceme vyčistit nádrž, nejspolehlivějším řešením je použít plovatku, která je již v akváriu a předejdeme tak případné nákaze [30].

Možností hubení je i použití chemikálií, které ovšem mohou znamenat zkázu jak pro nezmary samotné, tak i malé rybky. Nejjednodušším hubícím tipem se zdá být ponoření měděného drátku do vody – vytvoří se tak nepříznivé prostředí, jež způsobí úhyn nezmarů; poté se však doporučuje vyměnit vodu v akváriu. Dalším efektivním způsobem je ponoření ploché baterie – mezi póly se vytvoří slabý proud, který do pár hodin (tří až čtyř) nezmary zlikviduje a nemá ani žádný negativní dopad na faunu i flóru v nádrži [18].



Obrázek 4.16: Výskyt druhu *Hydra oligactis* podle záznamů v ND OP [26]

Mezi další typy v odstraňování nezmarů patří například přisolení vody či přidání dusičnanu amonného (na 10 l vody 0,6–1 g), který způsobí nárůst teploty o 5 °C a takto prudký výkyv nezmary zničí [18, 31]. Další z běžně dostupných chemikálií je například roztok hypermanganu. Při jeho použití je však nutné vybrat i rostliny. Pomocníkem je i v případě nezmarů obyčejný ocet – do 10 l vody postačí jedna lžíce octa. Po deseti dnech působení „vypereme“, rostlinstvo a do akvária dáme čistou vodu [18]. Za hubitele nezmarů se dříve považoval i ryfen – známý spíše pod názvem Famosept – desinfekční prostředek užívaný v lékařství, který se zdá být velmi účinný [27].

## 4.2 Medúzka sladkovodní (*Craspedacusta sowerbii*) Lankester, 1880

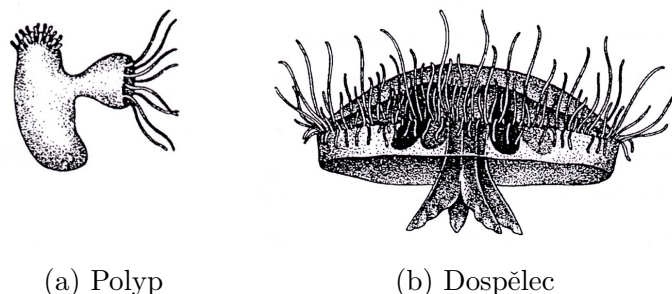
**Medúzka sladkovodní** (*Craspedacusta sowerbii*) je jedním ze zástupců zooplanktonu [32]. Tento polypovec je řazen do nadtřídy Hydrozoa, třídy Hydroidomedusa, podtřídy Limnomedusae a čeledi Olindiidae [33, 34].

Polyp má kyjovitý tvar (obrázek 4.17a), je velmi drobný a dorůstá do velikosti 0,5 mm–2,0 mm. Medúza (4.17b) dosahuje velikosti 20 mm (průměr zvonu) a její okraj je lemován nepravidelným počtem (200–400) chapadel ([19, 11]). Obsah vody v jejím těle se pohybuje okolo 96,7–99,87 % [35]. Fyziologicky se tělo medúzky skládá ze tří částí – zvonu zvaného umbrella [10], horní duté části označované coby exumbrella (přeměněný nožní terč) [7] a spodní duté části, tzv. subumbrelly, na níž je svalnatý lem – velum (plachetka, vychlípenina epidermis a mezogley) [7, 4, 9]; pohybově je toto stádium bohatší o svalovou soustavu. Mesoglea neobsahuje ameboidní buňky jako například u korálnatců a je nebuněčného původu [4]. Trávicí soustava je gastrovaskulární, avšak s vnějším prostředím je opět spojena jen jedním otvorem. Oproti přisedlému polypovi disponuje optickým a rovnovážným smyslem, nervová soustava je rozmístěna po obvodu umbrelly [36], a tudíž receptory rozeznávají především intenzitu světla.

Pohyb – pulzace – vzniká naplněním těla vodou a jejím následným vypuzením z těla ven [4]. Vypuzením vzniká „pošťouchnutí“, který medúzkou pohne. Následuje klidová část, během které medúza opět klesá. Pohyb se opakuje, čímž medúzka zároveň vhání do svých úst i částičky potravy [36, 11]. Při pulzování je nápomocný i okrajový lem umbrelly tzv. *velum*, jež se stahuje rychleji než samotný klobouk – díky tomu se otvor pod ním zúží více a vytlačená voda má tak i větší tlak [10]; to samozřejmě vede k rychlejšímu pohybu. Medúzka o velikosti 12 mm vykoná cca 7 pulzací za 5 sekund ([28]).

Jako zajímavost je nutno říci, že do této chvíle bylo popsáno přes 20 druhů





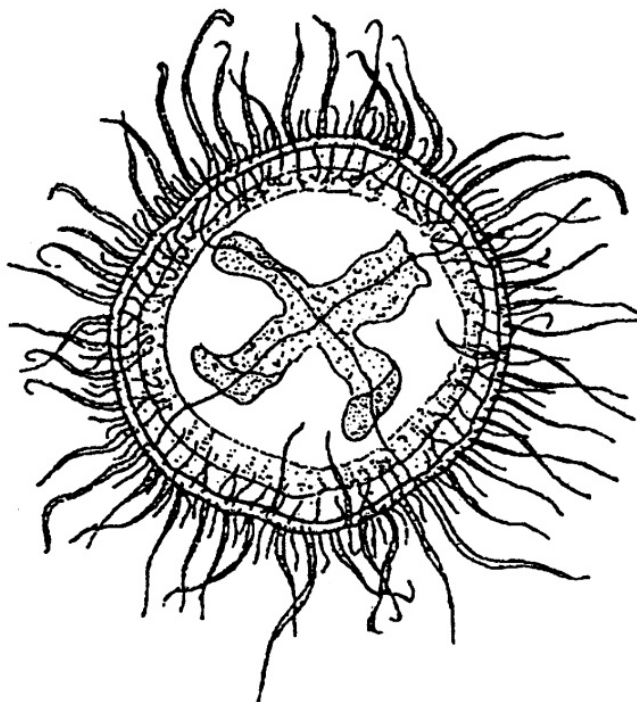
Obrázek 4.17: Polyp s pučící medúzkou sladkovodní (do 2 mm). Boční pohled na medúzku sladkovodní. Převzato z [11].

medúzek v šesti rodech. Tyto informace však nejsou příliš spolehlivé, neboť mnoho poznatků nebylo ještě detailněji prozkoumáno. Rod *Craspedacusta* se může pyšnit rozdělením od tří až do pěti druhů [37]. Známé jsou i další rody, např. *Astrohydra* s jedním druhem či *Limnognathia* s šesti druhy. Více se ví o zástupcích z čeledi Olinidiidae, a to konkrétně o rodu *Craspedacusta*, který se objevuje v Číně, a rodu *Limnognathia*, který najdeme v Indii a Africe [38]. V zásadě můžeme hovořit o 6 až 16 druzích medúzek, ovšem jejich počty nejsou stále konkrétně podloženy fakty; počet jejich druhů může být tedy i vyšší ([37]).

#### 4.2.1 Životní cyklus medúzky sladkovodní

Po objevení první lokality, kde byla nalezena obě pohlaví (USA, 1926), bylo možné pozorovat celý životní cyklus medúzek. Tento objev byl stěžejní pro celý druh, jelikož do této chvíle byly objevovány jednopohlavní kolonie, což je typickým znakem tohoto druhu [38]. Díky geneticky určenému pohlaví medúzky je již polyp (i veškeré jeho klony vzniklé pučením) pohlavně determinován, stejně jako z něj vznikající hydromedúzy [39].

Vznik medúzového stádia (nikoliv ale jeho pohlaví!) je ovlivňován různými faktory, především teplotou a pH vody, potravní nabídkou a úrovní vodní hladiny ([40, 41]). Jednotlivá stádia a proces rozmnožování viz obrázky 4.19, 4.20 a 4.21.



Obrázek 4.18: Dospělá medúzka sladkovodní (*Craspedacusta sowerbyi*), pohled shora (průměr zvonu do 20 mm). Převzato z [11]

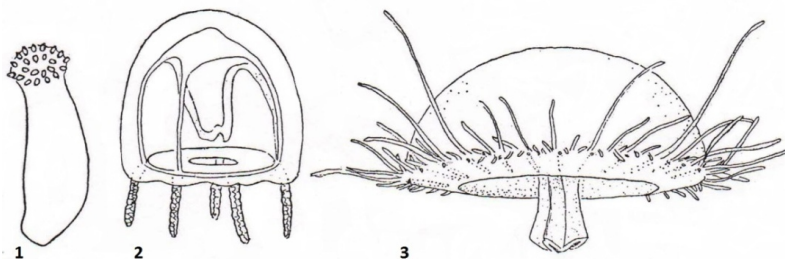
Jedním ze způsobů rozmnožování je pučení. Podobně jako u nezmarů z boku polypa vzniká nový dceřiný polyp, který se oddělí a množí se nepohlavně dál. Zde si podrobněji popíšeme stádium polypa: polyp je kyjovitého tvaru a kolonie tvoří s dalšími dvěma až třemi jedinci, kteří pučí a oddělují se od nich další polypi. Potravu obstarává tak, že z úst vysune žahavé tělísko, na které se přichytí lapená kořist, jež byla omráčena toxinem (tento toxin se nachází na žahavých vláknech, která jsou ukryta v pouzdrech) [13]. Druhým typem nepohlavního množení je *frustulace* (česky *drobení*), které si můžeme představit jako odtržení části tkáně, která následně putuje vodním prostředím (proudem nebo na tělech ptáků) a hledá příhodné místo pro další vývoj. Po přisednutí dorůstá v polypa a vše se opakuje, dokud nejsou vhodné podmínky pro tvorbu medúzového stádia [28, 11].

Frustulace je podmíněna rezervními látkami, které se musí nashromáždit v určité části těla a poté je tato část oddělena po sobě jdoucími zářezy. Nově oddělená část

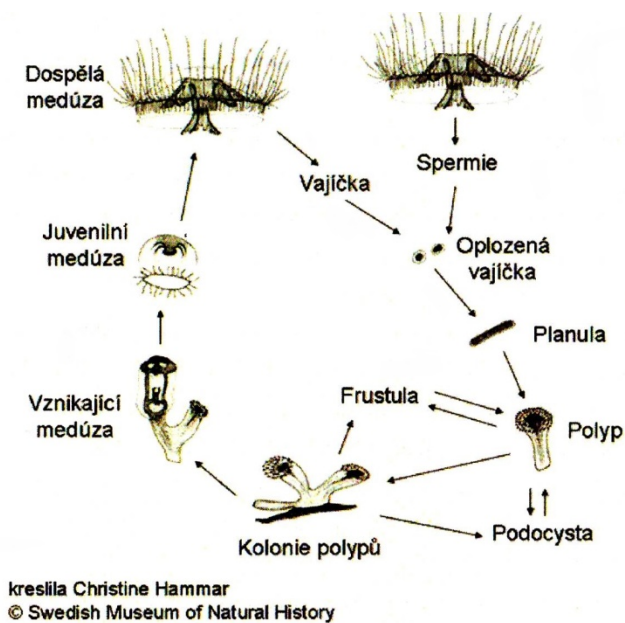
tkáně – frustula – je obalena hlenem a sama se pohybuje. Následně se mění opět v polypa [13, 28]. Tento akt – frustulace – probíhá v letních měsících, konkrétně od poloviny července do konce října [42, 43]. Poté – pokud je příhodná teplota vody (okolo 20–22 °C) a okolní podmínky hrají ve prospěch živočicha, začínají na polypovi postupně pučet medúzy. Ty se rozmnožují pohlavně při dosažení velikosti zhruba 2,5 cm průměru umbrelly. V podmínkách České republiky medúzové stádium přežívá pouze při teplotách nad 10 °C [44, 38], v chladnějších obdobích roku medúzky hynou a zimu přežívá jen stádium polypa. V nepříznivém období je polyp schopen tvorby rezistentních stádií tzv. *podocyst* či *mikrofrustul*, které jsou důvodem kolonizace nových lokalit po celém světě [45, 38]. Medúzové stádium je gonochoristické a k pohlavnímu rozmnožování dochází pouze za přítomnosti obou pohlaví na lokalitě [17]. Oplození je vnější, přičemž z oplozeného vajíčka vznikne *planula* (pohyblivá obrvená larva), jež přisedá ke dnu a stane se sama dvoumilimetrovým polypem [46, 40].

V případě bližšího zkoumání medúzky lze poměrně snadno rozlišit samici od samce. Klíčem k určení je pozorování gonád (jež jsou umístěny v podobě čtyř neprůhledných částí ve středu zvonu) pod mikroskopem. U samic můžeme bez pochyb poznat, že gonády jsou vyplněny vajíčky. Vaječníky mají zelenavou barvu a společně s medúzou postupně rostou. Pokud tedy medúzka samotná doroste do maximální velikosti zhruba 19,5 mm, vaječníky mohou dosáhnout délky až 10,5 mm. V poměru k tělu jsou tedy samičce její pohlavní orgány poněkud na obtíž, jelikož jí brání v pohybu [28].

Naopak samčí pohlavní buňky – spermie – rozeznáme pouze mikroskopicky pod roztakovým preparátem [38]. Vajíčka jsou po uzrání vypouštěna do vody a po oplození se mění v polypa a životní cyklus se opakuje. Nutno dodat, že polyp se opět vyvine v samce či samici, a tudíž i jeho dceřiné polypy budou stejného pohlaví (ponesou si pohlaví mateřského polypa), proto jsou potom i medúzky v určité lokalitě opět jednoho pohlaví [28, 38].

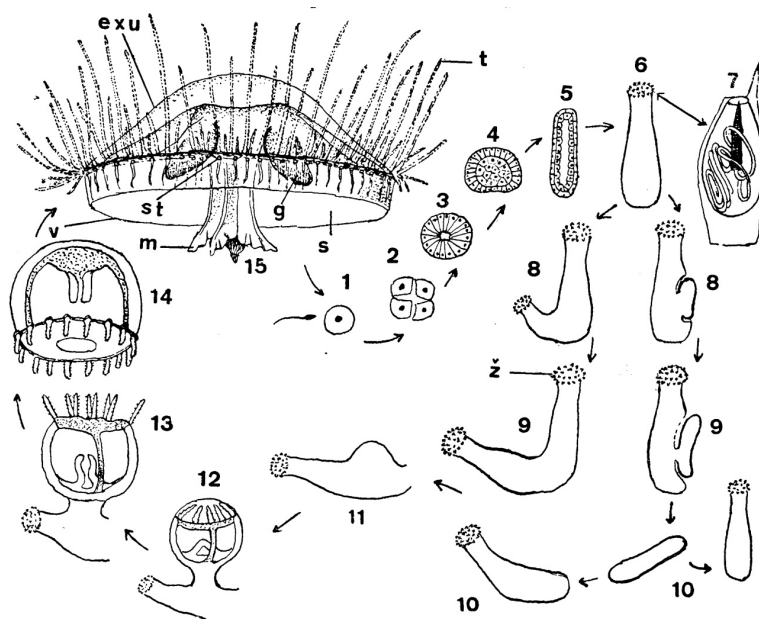


Obrázek 4.19: **1** – Polypové stádium medúzky sladkovodní, *Craspedacusta sowerbii* asi 0,5–1,2 mm dlouhé; **2** – Mladý jedinec medúzové generace *Craspedacusta sowerbii*, o průměru 5 mm; **3** – Dospělá medúzka sladkovodní, *Craspedacusta sowerbii*, o průměru 10–20 mm. Převzato z [19]



Obr. 1-1: Životní cyklus medúzky sladkovodní

Obrázek 4.20: Stručný životní cyklus medúzky sladkovodní (Ch. Hammar, Swedish Museum of Natural History).



Obrázek 4.21: Metamorfóza medúzky sladkovodní *Craspedacusta sowerbii* z Vltavy. 1 – oplození vajíčka; 2 – rýhování; 3 – blastula; 4 – gastrula; 5 – plovoucí larva – planula; 6 – stádium polypa; 7 – nematocyst (velmi zvětšený z hlavy polypa); 8 – podélné dělení polypa; 9 – další vzrůst; 10 – vzrůst nového polypa. 8 – boční odškrcování nového polypa; 9 – další postup; 10 – odškrcený polyp se osamostatní; 11 – polyp zakládá medúzový pupen; 12 – pupen vyrostl v medúzku; 13 – medúzka roste vzhůru (strobilace); 14 – mladá medúzka se uvolnila a obrací se ústy dolů; 15 – dospělý živočich se zralými pohlavními orgány; m – ústní manubrium; exu – exumbrella; s – subumbrella; g – gonády; t – chapadla; st – statolithy; v – velum. Převzato z [6].

#### 4.2.2 Potrava medúzky sladkovodní

V teplejší části roku (kdy je dostatek světla) dochází u některých populací medúzky k tzv. vertikálním pohybům (zřejmě kvůli potravě). Vertikálním pohybem se myslí, že se medúzky ve dne zdržují v hloubce u epilimnionu a při setmění se pohybují v horní části sloupce vody (tedy i u hladiny) [38].

Před pár lety vyšlo najevo, že množství jedinců v populaci medúzky ovlivňuje velikost a druhové rozšíření zooplanktonu, což má i následný vliv na biomasu fytoplanktonu [41, 47], viz obrázek A.1 na straně 75. V tomto případě samozřejmě záleží na chování predátora i kořisti. Tam, kde je koncentrace medúzky vysoká, můžeme

najít větší vírničky, nálevníky, klanonožce, perloočky, koryše, rybí plůdky a drobné larvy hmyzu (např. z čeledi Chironomidae či *Chaoborus*), jimiž se živí. Chycená kořist je posouvána do láčky; nestrávené zbytky vyvrhuje medúzka ven opět skrze láčku ([28]). Pokud medúzka nasbírá na okraj svých chapadélek dostatečné množství planktonu, udělá ze sebe jakousi „kuličku“ a jícnovou trubicí (tzv. manubrium) (na níž má čtyři pysky) sesbírá nachytaný plankton [28]. Větší kořist – kolem cca 8,8 mm – je zabita, ale medúzka jí nedokáže pozřít [48, 49, 50, 51]. Medúzka, jakožto predátor, má na svém těle dva typy tykadel – dlouhá a krátká. Jednotlivá tykadla jsou od sebe oddálena tak, že výběr potravy je díky tomu omezen (velikost kořisti se pohybuje od 0,2 mm do 2 mm). Dlouhá tykadla jsou umístěna na okraji zvonu a zachycují kořist; krátká však nejsou pro lov potravy zásadní [51]. V našich vodách medúzky nemají predátora, avšak zajímavostí je, že mohou posloužit jako potrava pro raky, pokud se vyskytnou delší dobu u dna [49].

### 4.2.3 Historický přehled a výskyt

Poprvé byla medúzka sladkovodní popsána v roce 1880 v londýnské botanické zahradě Kew Gardens tajemníkem Královské botanické společnosti Williamam Sowerbym [44, 38] v nádrži s leknínem viktorie královské (*Victoria amazonica*). Díky tomuto nálezu byla za oblast původu nejprve považována Jižní Amerika (jelikož zde se viktorie královská hojně vyskytuje) [33, 38]. Ovšem po bližším zkoumání bylo jasné, že rodištěm těchto tvorů je jihovýchodní Asie (konkrétně v Číně, povodí řeky Jang-c'-tiang). Důkazem pro toto tvrzení je zde pravidelný výskyt obou pohlaví. Navíc se v této lokalitě vyskytují i další druhy tohoto rodu [52, 33, 53, 38]. Mimo polární oblasti je medúzka sladkovodní rozšířena po celém světě a stala se tak tzv. kosmopolitním druhem [45, 38]. K rozšíření s největší pravděpodobností přispěla schopnost trvalého asexuálního rozmnožování a odolná polypová stádia, která dokážou přežít i vyschnutí.

V Evropě byl tento polypovec poprvé zaznamenán v Německu r. 1911. V Čechách

byla medúzka nalezena nejprve v roce 1930 v Libčicích nad Vltavou a o dva roky později v okolí Prahy ve Vltavě u holešovického železničního mostu; její výskyt je spíše ostrůvkovitý [54, 17, 38]. Na přelomu 50. a 60. let byla objevena samičí populace medúzek v okolí Ostravy ([28]) a v letech 70. v polabských pískovnách, kde došlo i k výraznému rozšíření. Pravidelný výskyt byl zaznamenán ve veslařském kanálu v Račicích, v pískovně Ovčáry, v pískovně mezi Čechelicemi a Konětopy, v pískovně u Mělic u Pardubic. Medúzky byly objeveny i v dalších pískovnách – Lhota, Cítov-Baraba, Horní Počaply u Mělníka či Běstviny. Opakovaně se objevovala v zatopených lomech v Kojeticích u Neratovic a u Srní u Hlinska [17, 38].

Ostatní místa, kde byly medúzky zpozorovány, jsou následující: nádrž Klíčava a lom u nádraží v Blansku (zde se jednalo o samčí populaci), betonová nádrž u nádraží v Šumperku, přehradní nádrž Slapy u Živohoště a u Cholína, požární nádrž v Chomutově, betonový bazén ve velkých Svatoňovicích, nádrž Harasov na Pšovce, pískovna u Dolního Benešova u Opavy. Místa a četnost výskytu samozřejmě rok co rok kolísají, avšak v Polabí je výskyt těchto žahavců takřka pravidelný [55, 17, 38].

Většina jedinců medúzky byla nalezena ve stojatých vodách (ale i v pomalu tekoucích řekách), které byly převážně vytvořeny, či nějakým způsobem ovlivněny, člověkem. Dalšími místy nálezu jsou například akvária a skleníky, což můžeme brát jako důkaz šíření skrze vodní rostlinstvo, ptáky či transport ryb [33, 36, 45, 35]. Do budoucna se dá předpokládat, že tento živočich obsadí další oblasti převážně stojatých vod, avšak nejsou známa žádná rizika, která by určovala regulaci výskytu (vrchol produkce je druhá polovina léta, podzim – medúzka nefunguje jako potrava ani nepůsobí jako možný predátor rybích zárodků) [38].

Výskyt medúzky v již zmíněných lokalitách meziročně kolísá; důvodem může být nevhodné prostředí (např. znečištění lomu v Kojeticích) či nedostatečně vysoká teplota vody; jisté však je, že výskyt medúzek jde ruku v ruce s člověkem [17]. Pátrala jsem v různých materiálech a informace o výskytu z roku 2014 a 2015 jsem zanesla do mapky (obrázek 4.22) a jednotlivé lokality zpřehlednila v tabulce 4.3

(GPS souřadnice viz tabulka 4.4). Ke dni 11. června 2015 a poté při druhém hledání ke dni 8. ledna 2016 jsem ze *Stran potápěčských* (<http://www.stranypotapecske.cz>) a z portálu <http://www.biolib.cz> vyhledala komentáře z ponorů jednotlivých potápěčů.

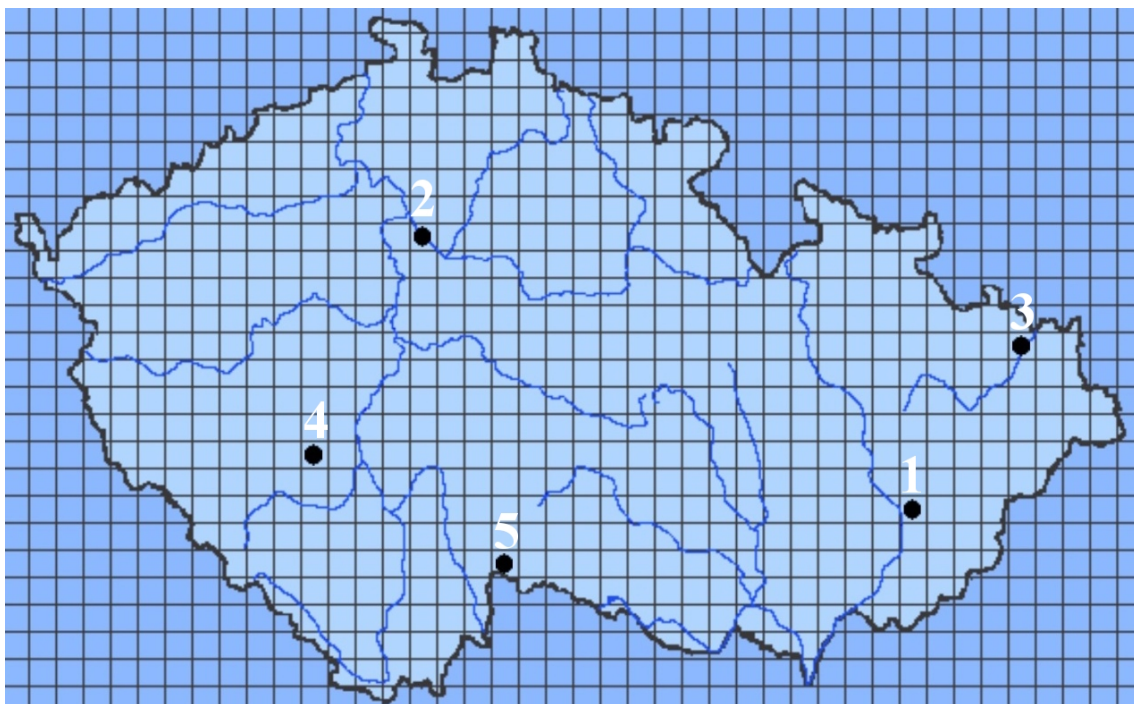
Prvním nálezem byla lokalita ve Zlínském kraji – konkrétně Kurovický lom k datu 17. 8. 2014; potápěč Karel Šindel mimo jiné uvedl, že v následujících dnech poklesla v lokalitě teplota a o šest dní později nebylo po medúzách ani památky. Druhým místem, jež bylo zmíněno při ponoru 21. 9. 2014, je Středočeský kraj – Konětopy. Nález číslo tři byl v Moravskoslezském kraji – Hlučín-Štěrkovna, a to ke dni 12. 10. 2014. Čtvrtým místem výskytu je oblast Jihočeského kraje, konkrétně Blatná-Řečice – přední lom, kde byl výskyt zaznamenán 11. 10. 2014 a 3. 10. 2015. Poslední oblastí nejnovějšího záznamu je Jihočeský kraj – vesnice Číměř, hojný nález byl pozorován v obecním rybníku s lekníny. Medúzky byly podle komentářů opakovaně viděny také ve Středočeském kraji v Kojeticích a Ovčárech a v Olomouckém kraji v lomu Výkleky.

Číslo	Datum výskytu	Místo výskytu
1	17. 8. 2014	Zlínský kraj – Kurovický lom
2	21. 9. 2014	Středočeský kraj – Konětopy
3	12. 10. 2014	Moravskoslezský kraj – Hlučín – Štěrkovna
4	3. 10. 2015	Jihočeský kraj – Blatná – Řečice
5	6. 9. 2015	Jihočeský kraj – Číměř

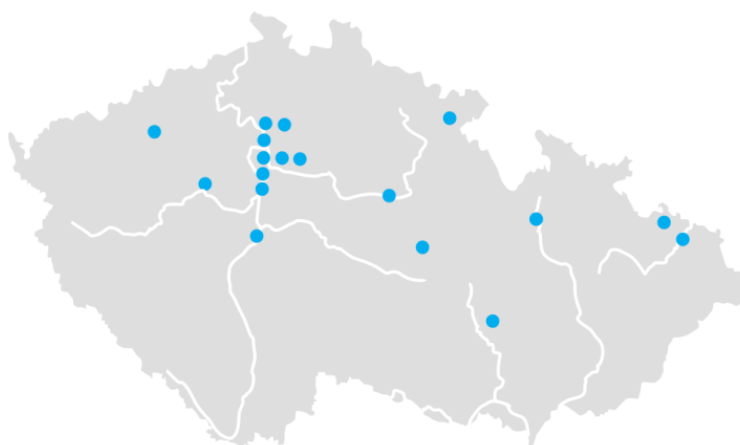
Tabulka 4.3: Výskyt medúzky sladkovodní v ČR dle Českých stran potápěčských

Na následujících mapkách (obrázky 4.23, 4.24 a 4.25) můžeme zaznamenat a porovnat výskyt medúzky na již zmíněných místech v minulých letech. Na první pohled je patrné, že nejčastější nálezy jsou v oblasti Středočeského kraje.





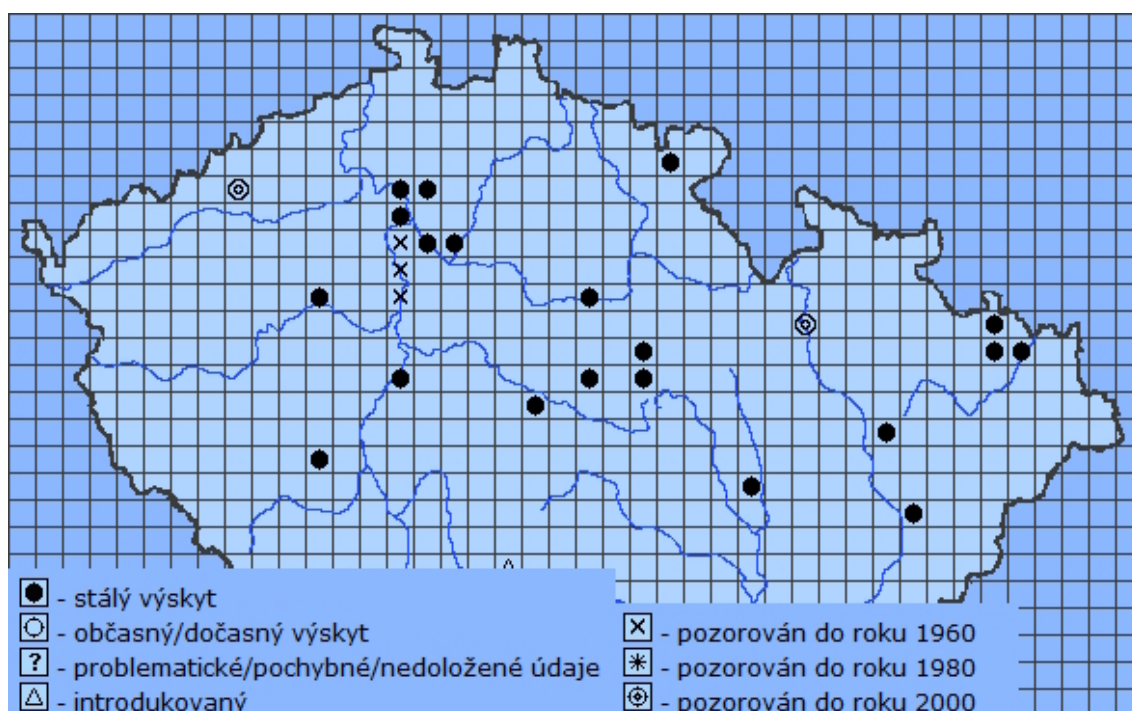
Obrázek 4.22: Výskyt medúzky sladkovodní v ČR dle údajů z Českých stran potápěčských. Program pro výpočet KFME mapových polí. Jméno lokality a druh medúzky nalezené v dané lokalitě popisuje tabulka 4.3.



Obrázek 4.23: Výskyt medúzky sladkovodní v ČR. Převzato z [17].

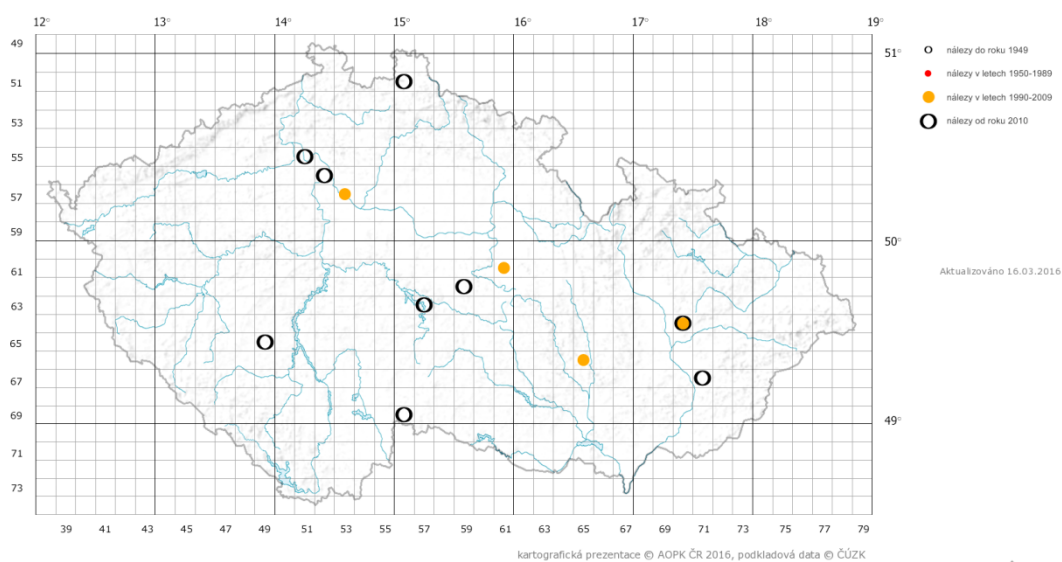
Číslo	GPS souřadnice
1	49°16'26.1" N 17°31'21.9" E
2	50°16'39.2" N 14°38'37.1" E
3	49°53'38.2" N 18°10'00.1" E
4	49°26'06.2" N 13°51'42.3" E
5	49°02'29.5" N 15°03'36.0" E

Tabulka 4.4: GPS souřadnice výskytu medúzky sladkovodní v ČR na základě lokalit z tabulky 4.3 dle Českých stran potápěčských.



Obrázek 4.24: Výskyt medúzky sladkovodní v ČR dle Českých stran potápěčských [56].

Výskyt druhu *Craspedacusta sowerbii* podle záznamů v ND OP



Obrázek 4.25: Výskyt medúzky sladkovodní podle záznamů v ND OP (národní databáze ochrany přírody) [57].

## 5 — Závěr

Náplní této práce je charakteristika kmene žahavců se zvláštním přihlédnutím k druhům vyskytujícím se na území České republiky.

V první části věnované kmeni žahavců jako celku byly popsány jednotlivé orgánové soustavy a rozvedeno systematické členění žahavců s přihlédnutím k jeho historii i současnosti. Jednotlivé obecně uznávané linie žahavců (korálnatci, medúzovci, čtyřhranky a polypovci) byly charakterizovány s ohledem na anatomii, morfologii, ekologii i etologii a uvedla jsem rovněž příklady nejčastějších či nejvýznamnějších zástupců.

Zbývající část práce byla zaměřena na žahavce obývající území České republiky. Konkrétně jsem se věnovala pěti druhům nezmarů známým z našeho území (nezmar hnědý, nezmar obecný, nezmar opásaný, nezmar ostropouzdrý a nezmar zelený). U jednotlivých druhů jsem charakterizovala stavbu těla a především morfologii žahavých buněk, které se běžně používají pro determinaci. Pro pozorování těchto žahavých buněk (penetrantů a streptolinů) je nezbytné vytvořit roztlakový preparát, jehož příprava je v práci rovněž popsána. Ze skrovných recentních faunistických záznamů byla vytvořena předběžná mapa výskytu nezmarů v ČR, která však odráží spíše místa s výskytem hydrobiologů zajímajících se o nezmary, než skutečné rozšíření těchto drobných polypovců.

Posledním žahavcem, jemuž byl v práci věnován prostor, je nepůvodní medúzka sladkovodní (*Craspedacusta sowerbii*). Stejně jako u nezmarů, i v případě medúzky byla charakterizována jak morfologie a anatomie, tak rozmnožování, životní cyklus

a způsob získávání potravy. Medúzka má v současnosti kosmopolitní rozšíření, avšak přítomnost dospělců na jednotlivých lokalitách v rámci ČR meziročně kolísá. V práci jsou uvedeny jak klasické lokality výskytu, tak místa, na kterých byla potvrzena přítomnost medúzky v letech 2014 a 2015.

Původně se měla tato práce stát atlasem rozšíření žahavců na území ČR. V průběhu vypracovávání se však ukázalo, že stav poznání nezmaří fauny na našem území stojí na úplném počátku, což otevírá možnosti pro navazující diplomovou práci.

## 6 — Slovník odborných pojmů

- **Epilimnion** – svrchní část vodního sloupce, ohřátá a promíchávaná činností větru
- **Gonoziodi** – specializovaní jedinci zajišťující pohlavní rozmnožování v diferencované kolonii žahavců (typické pro polypovce)
- **Hydrozoidi** – jedinci s ústním otvorem, přijímající potravu a tím zajišťující výživu, ale také obranu celé diferencované kolonie žahavců (typické pro polypovce)
- **Mikrofág** – živočich živící se mikroorganismy a prvoky
- **Plankton** – organismus trvale se vznášející v pelagiálu, v případě živočichů se používá termín zooplankton (ad. zooplankton)
- **Pytlový pokus** – typ pokusu, kvantifikující efekt predace/filtrace zooplanktonu na kvantitu a kvalitu fytoplanktonu – lze jím ukázat efekt predace (top-down effect) na rychle reagujícím společenstvu
- **Rhopalium** – smyslový orgán na okraji zvonu medúz
- **Stolon** – zárodečný stvol, gonozoid na něm po stranách odškrube medúzky
- **Zooplankton** – živočišné organismy trvale se vznášející v pelagiálu; je tvořen zejména prvoky, vířníky (Rotatoria), korýši (perloočky, hrotnatky, klanonožci); tito živočichové nejsou schopni překonat silnější proudění vody

## Seznam obrázků

2.1	Řez tělní stěnou nezmara . . . . .	10
2.2	Nervový a gastrovaskulární systém medúz . . . . .	12
2.3	Oči žahavců . . . . .	13
2.4	Osa u <i>Gorgonaria</i> . . . . .	14
3.1	Dva alternativní pohledy na vnitřní fylogenezi kmene žahavců . . . . .	17
3.2	Fylogenetický strom žahavců . . . . .	18
3.3	Životní cyklus talířovky ušaté . . . . .	23
4.1	Chapadla nezmara . . . . .	31
4.2	Obecná anatomie nezmara . . . . .	32
4.3	Pohyb nezmara . . . . .	33
4.4	Nezmar s pučícím jedincem a ulovenou potravou . . . . .	34
4.5	Brousilka nezmaří ( <i>Trichodina pediculus</i> ) . . . . .	34
4.6	Paslávinka nezmaří ( <i>Kerona polyporum</i> ) . . . . .	35
4.7	Žahavé buňky podle druhu nezmara . . . . .	36
4.8	Žahavé buňky nezmarů 2 . . . . .	37
4.9	Pohlavně dospělí jedinci nezmara hnědého . . . . .	38
4.10	Typy žahavých buněk nezmarů (n. podélník, n. obecný, n. zelený) . . . .	39
4.11	Typy žahavých buněk nezmarů (n. štíhlý, n. opásaný, n. ostropouzďý) . .	40
4.12	Dynamika vystřelení žahavé buňky . . . . .	43
4.13	Nematocyt polypovců (Hydrozoa) . . . . .	44

4.14 Roztlakový preparát nezmara . . . . .	46
4.15 Dosud publikované záznamy o výskytu nezmara v ČR . . . . .	48
4.16 Výskyt druhu <i>Hydra oligactis</i> podle záznamů v ND OP . . . . .	50
4.17 Polyp s pučící medúzou sladkovodní . . . . .	52
4.18 Dospělá medúza sladkovodní ( <i>Craspedacusta sowerbyi</i> ) . . . . .	53
4.19 Polypové stádium medúzky sladkovodní . . . . .	55
4.20 Stručný životní cyklus medúzky sladkovodní . . . . .	55
4.21 Metamorfóza medúzky sladkovodní . . . . .	56
4.22 Výskyt medúzky sladkovodní v ČR . . . . .	60
4.23 Výskyt medúzky sladkovodní v ČR . . . . .	60
4.24 Výskyt medúzky sladkovodní v ČR (České strany potápěčské) . . . . .	61
4.25 Výskyt medúzky sladkovodní v ČR podle ND OP . . . . .	62
A.1 Pytlivé pokusy . . . . .	75



# Seznam tabulek

4.1	Výskyt nezmarů v ČR dle Českých stran potápěčských . . . . .	49
4.2	GPS souřadnice pro místa výskytu nezmarů v ČR v tabulce 4.1. . . . .	49
4.3	Výskyt medúzky sladkovodní v ČR dle Českých stran potápěčských . . .	59
4.4	GPS souřadnice výskytu medúzky sladkovodní (KFME mapová pole) . .	61

# Literatura

- [1] Brusca, R. C.; Brusca, G. J.: *Invertebrates*. Massachusetts: Sinauer Associates, 2003.
- [2] Dunn, C. W.; Giribet, G.; Edgecombe, G. D.; aj.: Animal Phylogeny and Its Evolutionary Implications. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, ročník 2014, č. 45, 2014: s. 371–395.
- [3] Petrusek, A.: Zoologické krásy Jadrana: Žahavci (I) – medúzy a sasanky. *Živa*, ročník 2005, č. 4, 2005: s. 169–171.
- [4] Ruppert, E. E.; Fox, R. S.; Barnes, R. D.: *Invertebrate Zoology: A Functional Evolutionary Approach*. USA: Thomson-Brooks, 2011.
- [5] Zrzavý, J.: *Fylogeneze živočišné říše*. Praha: Scientia, 2006.
- [6] Komárek, J.: *Zoologie bezobratlých*. Praha: Přírodovědecké vydavatelství, 1952.
- [7] Buchar, J.: *Stručný přehled zoologie bezobratlých*. Praha: Přírodovědecké vydavatelství, 1991.
- [8] Buchar, J.; Ducháč, V.; Hůrka, K.; aj.: *Klíč k určování bezobratlých*. Praha: Scientia, 1995.
- [9] Smrž, J.: *Základy biologie, ekologie a systému bezobratlých živočichů*. Praha: Karolinum, 2014.

- [10] Novikov, M.: *Základy srovnávací morfologie bezobratlých*. Praha: Akademie věd, 1936.
- [11] Hanel, L.; Lišková, E.: *Stručný obrazový klíč k určování hlavních skupin vodních bezobratlých*. Praha: Pedf UK, 2003.
- [12] Jurášová, L.: *Žahavci (Cnidaria) a mechovky (Bryozoa) ve vodách Plzeňska*. Diplomová práce, Západočeská univerzita, Pedagogická fakulta, Plzeň, 2003.
- [13] Hajer, J.: Sladkovodní medúzky. *Živa*, ročník 1995, č. 2, 1995: str. 78.
- [14] Kayal, E.; Roure, B.; Philippe, H.; aj.: Cnidarian phylogenetic relationships as revealed by mitogenomics. *BCM Evolutionary Biology*, ročník 2013, č. 13, 2013: str. 51.
- [15] Petrusek, A.: Zoologické krásy Jadranu: Žahavci (II) – koráli a jejich příbuzní. *Živa*, ročník 2005, č. 5, 2005: s. 217–219.
- [16] Glynn, P. W.: *Coral reef bleaching: facts, hypotheses and implications [online]*. 1996, [cit. 2016-04-05]. Dostupné z: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1365-2486.1996.tb00063.x/full>
- [17] Petrusek, A.; Šedivý, J.: *Nepůvodní druhy fauny a flóry České republiky*. Praha: Český svaz ochránců přírody, 2006.
- [18] Šupčík, M.: Boj s nezmary. *Živa*, ročník 1956, č. 4, 1956: s. 151–155.
- [19] Hrabě, S.; Bartoš, E.; Fott, B.; aj.: *Klíč k určování zvířeny ČSR, díl I*. Praha: Nakladatelství Československé Akademie věd, 1954.
- [20] Vervoort, D. W.: *Fauna Europaea : Taxon Details – Hydra (Pelmatohydra) oligactis Pallas, 1766 [online]*. Fauna Europaea, 2013, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: [http://www.faunaeur.org/full\\_results.php?id=240578](http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=240578)

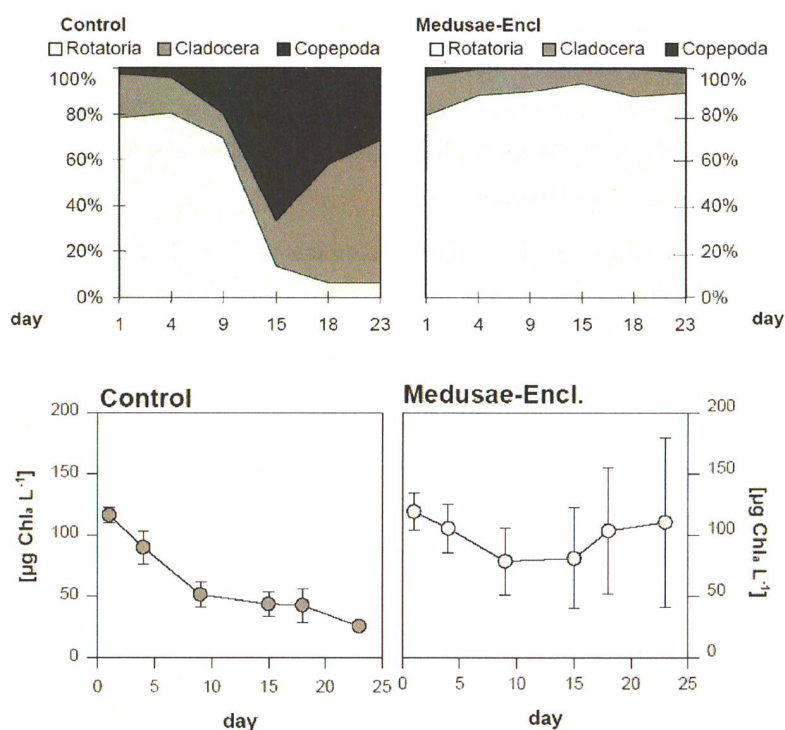
- [21] Vervoort, D. W.: *Fauna Europaea : Taxon Details* – *Hydra vulgaris Pallas, 1766 [online]*. Fauna Europaea, 2013, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: [http://www.faunaeur.org/full\\_results.php?id=240571](http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=240571)
- [22] Vervoort, D. W.: *Fauna Europaea : Taxon Details* – *Hydra circumcincta Schulze, 1914 [online]*. Fauna Europaea, 2013, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: [http://www.faunaeur.org/full\\_results.php?id=240573](http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=240573)
- [23] Horsák, M.: Zoologie bezobratlých [online]. [online], 2012, [cit. 2016-04-02]. Dostupné z: [https://is.muni.cz/el/1431/podzim2012/Bi7870/Zahavci\\_nasich\\_vod\\_2012\\_logo.pdf](https://is.muni.cz/el/1431/podzim2012/Bi7870/Zahavci_nasich_vod_2012_logo.pdf)
- [24] Vervoort, D. W.: *Fauna Europaea: Taxon Details* – *Hydra oxycnida Schulze, 1914 [online]*. Fauna Europaea, 2013, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: [http://www.faunaeur.org/full\\_results.php?id=240575](http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=240575)
- [25] Vervoort, D. W.: *Fauna Europaea : Taxon Details* – *Hydra (Chlorohydra) viridissima Pallas, 1766 [online]*. Fauna Europaea, 2013, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: [http://www.faunaeur.org/full\\_results.php?id=240580](http://www.faunaeur.org/full_results.php?id=240580)
- [26] AOPK: *Hydra oligactis - AOPK ČR [online]*. 2016, [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: [http://portal.nature.cz/publik\\_syst/nd\\_nalez-public.php?idTaxon=67094](http://portal.nature.cz/publik_syst/nd_nalez-public.php?idTaxon=67094)
- [27] Frýdl, V.: Ryfen – prostředek bezpečně hubící nezmary v akváriích. *Živa*, ročník 1958, č. 2, 1958: s. 71–72.
- [28] Kapler, O.: Meduska sladkovodní. *Živa*, ročník 1959, č. 1, 1959: s. 20–23.
- [29] Horák, P.; Kolářová, L.: Krevničky napadají člověka i v Čechách. *Vesmír*, ročník 1994, č. 8, 1994: str. 430.
- [30] Chvojka, M.: Hubení nezmarů plovatkami. *Živa*, ročník 1957, č. 5, 1957: s. 194–195.

- [31] Frey, H.: *Das Süßwasser-Aquarium*. Leipzig: Neumann Verlag, 1979.
- [32] Lankester, E. R.: Limnocodium (Craspedacustes) Sowerbii a new Trachomedusa inhabiting fresh water. *Quarterly Journal of Microscopical Science*, ročník 1880, č. 20, 1880: s. 351–371.
- [33] Kramp, P. L.: *Synopsis of the Medusae of the World*. London: Cambridge University Press, 1961.
- [34] Bouillon, J.; Boero, F.: Synopsis of the families and genera of the Hydromedusae of the World, with a list of the worldwide species. *Thalassia Salentina*, ročník 2000, č. 24, 2000: s. 47–296.
- [35] Didžiulis, V.; Zurek, R.: *Invasive Alien Species Fact Sheet – Craspedacusta sowerbii* [online]. Nobanis, 2013, [cit. 2016-03-20]. Dostupné z: <https://www.nobanis.org/globalassets/speciesinfo/c/craspedacusta-sowerbii/craspedacusta-sowerbii1.pdf>
- [36] Pucholt, R.: Nový výskyt sladkovodní medúzy v Čechách. *Živa*, ročník 1968, č. 4, 1968: str. 143.
- [37] Jankowski, T.; Collins, G. A.; Campbell, R.: Global diversity of inland water cnidarians. Freshwater animal diversity assesment. *Hydrobiologia*, ročník 2008, č. 595, 2008: s. 35–40.
- [38] Petrusek, A.: Medúzka sladkovodní: rosolovitý návštěvník z Číny. *Živa*, ročník 2015, č. 5, 2015: s. 225–226.
- [39] Lundberg, S.; Svensson, J. E.; Petrusek, A.: The Craspedacusta invasions in Sweden. *Vereinigung für Theoretische und Angewandte Limnologie*, ročník 2005, č. 29, 2005: str. 899.

- [40] Acker, T. S.; Muscat, A. M.: The ecology of *Craspedacusta sowerbyi* Lankester, a freshwater hydrozoan. *American Midland Naturalist*, ročník 1976, č. 95 (2), 1976: s. 323–336.
- [41] Jankowski, T.; Ratte, H. T.: On the influence of the freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbii* on the zooplankton community. *Verhandlungen des Internationalen Verein Limnologie*, ročník 2000, č. 27, 2000: s. 1–4.
- [42] Lytle, C. F.: *Patterns of budding in the freshwater hydroid Craspedacusta. The biology of Hydra and some other Coelenterates*. Florida: University of Miami Press, 1961.
- [43] Hutňan, M.: *Vertikální distribuce medúzky sladkovodní v přírodních a laboratorních podmínkách*. Diplomová práce, Karlova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Praha, 2009.
- [44] Šedivý, J.: *Vertikální migrace medúzky sladkovodní ve stratifikované nádrži*. Diplomová práce, Karlova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Praha, 2007.
- [45] Dumont, H. J.: The distribution and ecology of the fresh- and brackish-water medusae of the World. *Hydrobiologia*, ročník 1994, č. 272, 1994: s. 1–12.
- [46] Payne, F.: Further studies on the life history of *Craspedacusta ryderi*, a freshwater Hydromedusan. *Biological Bulletin*, ročník 1926, č. 50, 1926: str. 433.
- [47] Jankowski, T.; Strauss, T.; Ratte, H. T.: Tropic interactions of the freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbii*. *Journal of Plankton Research*, ročník 2005, č. 27 (8), 2005: s. 811–823.
- [48] Boothroyd, I. K.; Etheredge, M. K.; Green, J. D.: Spatial distribution, size structure and prey of *Craspedacusta sowerbyi* Lankester in a shallow New Zealand lake. *Hydrobiologia*, ročník 2002, č. 468, 2002: s. 23–32.

- [49] Dodson, S. I.; Cooper, S. D.: Trophic relationships of the freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbyi* Lankester 1880. *Limnology and Oceanography*, ročník 1983, č. 28 (2), 1983: s. 345–351.
- [50] Smith, A. S.; Alexander, E.: Potential effects of the freshwater jellyfish *Craspedacusta sowerbii* on zooplankton community abundance. *Journal of Plankton Research*, ročník 2008, č. 30, 2008: s. 1323–1327.
- [51] Spadinger, R.; Maier, G.: Prey selection and diel feeding of the freshwater jellyfish, *Craspedacusta sowerbyi*. *Freshwater Biology*, ročník 1999, č. 41, 1999: s. 567–573.
- [52] Sowerby, A. C.: The Romance of the Chinese Fresh-water Jellyfish. *Hon Kong Naturalist*, ročník 1941, č. 10 (3–4), 1941: s. 186–189.
- [53] Jankowski, T.: The fresh water medusae of the World – a taxonomic and systematic literature study with some remarks on other inland water jellyfish. *Hydrobiologia*, ročník 2001, č. 462, 2001: s. 91–113.
- [54] Dejdar, E.: Die Süßwassarmeduse *Craspedacusta sowerbii* Lankester in monographischer Darstellung. *Zeitschrift für Morphologie und Ökologie*, ročník 1934, č. 28, 1934: s. 595–691.
- [55] Roušar, A.: Ještě k medúzce sladkovodní. *Živa*, ročník 1999, č. 1, 1999: str. 36.
- [56] Pavlíčko, A.; Štambergová, M.: *Mapa rozšíření Craspedacusta sowerbii v České republice [online]*. BioLib, 2016, [cit. 2016-01-08]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/cz/taxonmap/id180/>
- [57] Národní databáze ochrany přírody: *Výskyt druhu Craspedacusta sowerbii podle záznamů v ND OP [online]*. 2016, [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: [http://portal.nature.cz/publik\\_syst/nd\\_nalez-public.php?idTaxon=67098](http://portal.nature.cz/publik_syst/nd_nalez-public.php?idTaxon=67098)

# Přílohy



Obrázek A.1: Pytlivé pokusy s cca 500 medúzami v  $1 \text{ m}^3$  (vpravo), kontrolní pokus bez medúz (vlevo); Nahoře: změna struktury planktonního společenstva: **vodorovná osa**: čas od založení pokusu, svislá osa: podíl jednotlivých planktonních skupin – vířníků (Rotatoria), perlooček (Cladocera) a klanonožců (Copepoda); **dolní část**: změna koncentrace chlorofylu A ve stejných pytlových pokusech (svislá osa) v průběhu konání pokusu (vodorovná osa); Převzato z [41]



**Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta**

**M. D. Rettigové 4, 116 39 Praha 1**

Prohlášení žadatele o nahlédnutí do listinné podoby závěrečné práce před její obhajobou

**Závěrečná práce**

<b>Druh práce</b>	
<b>Název práce</b>	
<b>Autor práce</b>	

Jsem si vědom/a, že závěrečná práce je autorským dílem a že informace získané nahlédnutím do zveřejněné závěrečné práce nemohou být použity k výdělečným účelům, ani nemohou být vydávány za studijní, vědeckou nebo jinou tvůrčí činnost jiné osoby než autora.

Byl/a jsem seznámen/a se skutečností, že si mohu pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny závěrečné práce, jsem však povinnen/povinna s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci tohoto prohlášení.

Jsem si vědom/a, že pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny dané práce lze pouze an své náklady a že úhrada nákladů na kopírování, resp. tisk jedné strany formátu A4 černobíle byla stanovena na 5 Kč.

V Praze dne .....

<b>Jméno a příjmení žadatele</b>	
<b>Adresa trvalého bydliště</b>	

.....  
podpis žadatele

## **Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta**

**M. Rettigové 4, 116 39 Praha 1**

### **Evidenční list žadatelů o nahlédnutí do listinné podoby práce**

Jsem si vědom/a, že závěrečná práce je autorským dílem a že informace získané nahlédnutím do zveřejněné závěrečné práce nemohou být použity k výdělečným účelům, ani nemohou být vydávány za studijní, vědeckou nebo jinou tvůrčí činnost jiné osoby než autora. Byl/a jsem seznámen/a se skutečností, že si mohu pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny závěrečné práce, jsem však povinen/povinna s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci tohoto prohlášení.

<b>Poř. č.</b>	<b>Datum</b>	<b>Jméno a příjmení</b>	<b>Adresa trvalého bydliště</b>	<b>Podpis</b>
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				